

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

09/445362

REC'D	12 AUG 1998
WIPO	PCT

**Bescheinigung**

Die MediGene Aktiengesellschaft in Planegg/Deutschland hat
eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Herz- und Skelettmuskel-spezifische Nukleinsäure,
ihre Herstellung und Verwendung"

am 13. Juni 1997 beim Deutschen Patentamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue
Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patent-
anmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patentamt vorläufig die Sym-
bole C 07 K, A 61 K und C 12 N der Internationalen Patent-
klassifikation erhalten.

München, den 16. Juni 1998
Der Präsident des Deutschen Patentamts
Im Auftrag

Grüner

PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

5

Herz- und Skelettmuskel-spezifische Nukleinsäure, ihre Herstellung und Verwendung

Die Erfindung betrifft eine im menschlichen Herz- und Skelettmuskel exprimierte Nukleinsäure, ihre Herstellung und Verwendung als Diagnostikum, 10 Arzneimittel und Test zur Identifizierung funktioneller Interaktoren.

Das Herz ist ein muskuläres Hohlorgan mit der Aufgabe, durch wechselnde Kontraktion (Systole) und Erschlaffung (Diastole) von Vorhöfen und Kammern den Blutstrom in den Gefäßen in Bewegung zu halten.

15

Der Herzmuskel, das Myokard, setzt sich aus spezialisierten quergestreiften Muskelzellen zusammen, zwischen denen Bindegewebe liegt. Jede Zelle besitzt einen zentralen Kern, wird von der Plasmamembran, dem Sarkolem, begrenzt und enthält zahlreiche kontraktile Myofibrillen, die unregelmäßig durch Sarkoplasma getrennt sind. Die kontraktile Substanz des Herzens bilden lange parallele Myofibrillen. Jede Myofibrille unterteilt sich in mehrere gleiche strukturelle und funktionelle Einheiten, die Sarkomere. Die Sarkomere wiederum setzen sich aus den dünnen Filamenten, die hauptsächlich aus Aktin, Tropomyosin und Troponin bestehen und den dicken Filamenten zusammen, die hauptsächlich aus Myosin bestehen.

Der molekulare Mechanismus der Muskelkontraktion beruht auf einer zyklischen Anheftung und Ablösung der globulären Myosinköpfe von den F-Aktinfilamenten. Bei elektrischer Stimulation des Herzmuskels wird Ca^{2+} aus 30 dem sarkoplasmatischen Retikulum freigesetzt, welches durch eine allosterische Reaktion den Troponin-Komplex und Tropomyosin beeinflusst und so

den Weg frei macht für einen Kontakt des Aktinfilamentes mit dem Myosinkopf. Die Anheftung bewirkt eine Konformationsänderung des Myosins, welches so das Aktinfilament an sich entlang zieht. Um diese Konformationsänderung rückgängig zu machen und an den Anfang eines Kontraktionszyklus zurückzukehren, wird ATP benötigt.

Die Aktivität des Herzmuskels kann durch nervöse und hormonelle Regulationsmaßnahmen kurzfristig an den jeweiligen Perfusionsbedarf, d. h. Durchblutungsbedarf, des Körpers angepaßt werden. So können sowohl die Kontraktionskraft als auch die Kontraktionsgeschwindigkeit gesteigert werden. Bei langfristiger Überbeanspruchung kommt es zu physiologischen Umbauvorgängen im Herzmuskel, die hauptsächlich durch eine Vermehrung der Myofibrillen charakterisiert sind (Myozytenhypertrophie).

Bei Schädigungen des Herzmuskels führen oft die ursprünglich physiologischen Anpassungsmechanismen langfristig zu pathophysiologischen Zuständen, die in chronische Herzinsuffizienz, d. h. Herzschwäche, münden und meistens mit akutem Herzversagen enden. Bei schwerer chronischer Insuffizienz kann das Herz nicht mehr adäquat auf veränderte Leistungsanforderungen reagieren, selbst geringe körperliche Verrichtungen führen zu Erschöpfung und Atemnot.

Schädigungen des Herzmuskels resultieren aus Ischämie, d. h. Blutleere, verursacht durch Koronarerkrankungen, bakteriellen oder viralen Infektionen, Toxinen, metabolischen Abnormalitäten, Autoimmunerkrankungen oder genetischen Defekten. Therapeutische Maßnahmen richten sich zur Zeit auf eine Stärkung der Kontraktionskraft und eine Kontrolle der kompensatorischen neuronalen und hormonellen Kompensationsmechanismen. Trotz dieser Behandlung ist die Sterblichkeit dieser Erkrankung nach wie vor hoch (35-50% innerhalb der ersten 5 Jahre nach Diagnose). Herzinsuffizienz ist die Haupt-

todesursache weltweit. Die einzige Kausaltherapie stellt die Herztransplantation dar.

Die molekularen Veränderungen bei chronischer Herzinsuffizienz sind nur
5 ungenügend bekannt. Insbesondere die genetischen Veränderungen, die der Herzinsuffizienz zugrundeliegen, sind weitgehend unbekannt. Auch die Frage,
warum sekundäre Schädigungen durch Toxine oder Viren bei manchen Menschen zur Herzinsuffizienz führen, jedoch bei anderen nicht, bleibt unbeantwortet.

10

Der vorliegenden Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, Gene zu identifizieren und zu isolieren, die für genetisch bedingte Herzerkrankungen zumindest mitverantwortlich, wenn nicht sogar ursächlich sind.

15 Es wurde nun überraschenderweise in einer cDNA-Bank des menschlichen Herzgewebes ein Gen gefunden, das im insuffizienten Herzgewebe stärker exprimiert wird als im gesunden Herzgewebe und somit in einem kausalen Zusammenhang mit einer genetisch bedingten Herzinsuffizienz steht.

20 Ein Gegenstand der Erfindung ist daher eine Nukleinsäure kodierend für ein Polypeptid mit einer Aminosäuresequenz gemäß Fig. 4 oder eine funktionelle Variante davon, und Teile davon mit mindestens 8 Nukleotiden, vorzugsweise mindestens 10 Nukleotiden, insbesondere mindestens 15 Nukleotiden, vor allem mindestens 20 Nukleotiden (nachfolgend "erfindungsgemäße Nukleinsäure genannt").
25

Die erfindungsgemäße Nukleinsäure wurde aus einer cDNA-Bank des menschlichen Herzgewebes isoliert und sequenziert. Hierzu wurde zuerst aus einer gesunden und insuffizienten Herzgewebe-Probe Gesamt-RNA nach
30 Standardmethoden isoliert und mit Hilfe eines 3'-Anker-Primergemisches, z.

B. eines 5'-T₁₂ACN-3' Primers, bei dem N ein beliebiges Deoxyribonukleotid bedeutet, und reverser Transkriptase in c-DNA umgeschrieben. Die cDNA wurde anschließend in Anlehnung an die sogenannte Differential Display Methode nach Liang und Pardee (Liang, P. & Pardee, A. (1992) 5 *Science* 257, 967-970) unter speziellen PCR-Bedingungen mit Hilfe eines 3'- Primers, z. B. eines T₁₂ACN-Primers, und eines willkürlich ausgewählten 5'-Dekamer-Primer, z. B. eines 5'-CCTTCTACCC-3'-Dekamer-Primers, amplifiziert. Hierbei konnte ein 321 Basenpaar (bp)-langes DNA-Fragment amplifiziert werden, das überraschenderweise nicht in der gesunden Herz- 10 probe, jedoch deutlich in der insuffizienten Herzprobe vorhanden ist. Dies war deshalb so überraschend, da die gängigen Methoden wie Differential Display Methode oder auch subtraktive cDNA-Genbanken mit dem Problem der Redundanz, der Unterrepräsentation und der falsch positiven Klone behaftet sind. Insbesondere die Genprodukte schwach exprimierter Gene 15 können nur unter speziellen Bedingungen identifiziert werden. Daher ist es auch nicht verwunderlich, daß die Trefferquote im allgemeinen sehr gering (10-20%) ist und beispielsweise bei der Differentiellen Display Methode auch von den gewählten PCR-Bedingungen, der Primer-Länge oder beispielsweise 20 bei der Herstellung subtraktiver Banken von der Hybridisierungstemperatur abhängt. Anschließend wurde das gesamte Gen aus einer cDNA-Genbank mit Hilfe des gefundenen DNA-Fragments isoliert und sequenziert.

In jedem Fall ist es notwendig, durch weitere Methoden aufzuklären, ob die gefundene cDNA einem aktiven und/oder gewebespezifischen Gen zugeordnet 25 werden kann. Daher wurden mRNAs aus verschiedenen menschlichen Gewebe mit dem gefundenen DNA-Fragment in einem sogenannten Northern-Blot hybridisiert und die Menge an gebundener m-RNA beispielsweise über die radioaktive Markierung des DNA-Fragments bestimmt. Dieses Experiment führte zu einem Nachweis der korrespondierenden RNA vor allem in quer-gestreifter Muskulatur, also Herzmuskel- und Skelettmuskelgewebe sowie sehr 30

schwach in Prostatagewebe. In einem weiteren Vergleichsexperiment zwischen gesundem und insuffizientem Herzgewebe wurde eine erhöhte Expression, beispielsweise eine um ca. 35% erhöhte Expression der RNAs in insuffizientem Gewebe im Vergleich zum gesunden Gewebe nachgewiesen. Insbesondere konnte nachgewiesen werden, daß eine kleinere RNA-Spezies bevorzugt in insuffizientem Gewebe im Vergleich zum gesunden Gewebe eine erhöhte Expression aufweist. Die erhöhte Expression der kleineren RNA-Spezies ist beispielsweise im Northern-Blot in Form einer Doppelbande leicht zu erkennen (siehe Fig. 5b).

10

Ein Vergleich der abgeleiteten Polypeptidsequenz mit einer Proteindatenbank ergab zudem eine gewisse Verwandtschaft (Homologie) mit dem Protein Tropomodulin (siehe Fig. 4). Tropomodulin ist als ein Polypeptid bekannt, das in Hühnchen-Kardiomyozyten Einfluß auf die Ausbildung der Myofibrillen und die Kontraktionsfähigkeit der Zellen hat (Gregorio et al. (1995) *Nature* 377, 83-86). Dieses Protein bindet zum einen an Tropomyosin und zum anderen an die Actin-Filamente, wird aber selbst nicht in seiner Aktivität reguliert. Das abgeleitete erfindungsgemäße Polypeptid weist ebenso einige Strukturmerkmale des Tropomodulins auf, wie z. B. eine Tropomyosin-Bindedomäne. Im Gegensatz zu Tropomodulin besitzt das erfindungsgemäße Polypeptid zusätzliche Strukturmerkmale, die auf eine Regulation der Aktivität des Polypeptids durch sogenannte Tyrosinkinasen hinweisen (siehe Fig. 4).

25 Unter dem Begriff "funktionelle Variante" im Sinne der vorliegenden Erfindung versteht man daher Polypeptide, die funktionell mit dem erfindungsgemäßen Polypeptid verwandt sind, d. h. ebenso als ein regulierbarer Modulator der Kontraktionsfähigkeit von Herzmuskelzellen bezeichnet werden können, in quergestreifter Muskulatur, vorzugsweise in Herzmuskel-, Skelettmuskel- und/oder Prostatagewebe, vor allem in Herzmuskel- und/oder Ske-

leitmuskel und insbesondere in Herzmuskelzellen exprimiert werden, Strukturmerkmale des Tropomodulins aufweisen, wie z. B. eine oder mehrere Tropomyosin-Bindedomänen, und/oder deren Aktivität durch Tyrosinkinasen reguliert werden können. Beispiele funktioneller Varianten sind die entsprechenden Polypeptide, die aus anderen Organismen als dem Menschen, vorzugsweise aus nicht-menschlichen Säugetieren, wie z. B. Affen, stammen.

Im weiteren Sinne versteht man darunter auch Polypeptide, die eine Sequenzhomologie, insbesondere eine Sequenzidentität, von ca. 70%, vorzugsweise ca. 80%, insbesondere ca. 90%, vor allem ca. 95% zu dem Polypeptid mit der Aminosäuresequenz gemäß Fig. 4 haben. Darunter zählen beispielsweise Polypeptide, die von einer Nukleinsäure kodiert werden, die aus nicht-herzspezifischem Gewebe, z. B. Skelettmuskelgewebe, isoliert wird, jedoch nach Expression in einer herzspezifischen Zelle die bezeichnete Funktion(en) besitzt. Ferner zählen hierzu auch Deletionen des Polypeptids im Bereich von ca. 1-60, vorzugsweise von ca. 1-30, insbesondere von ca. 1-15, vor allem von ca. 1-5 Aminosäuren. Beispielsweise kann die erste Aminosäure Methionin fehlen, ohne daß die Funktion des Polypeptids wesentlich verändert wird. Daneben zählen hierzu auch Fusionsproteine, die die oben beschriebenen erfindungsgemäßen Polypeptide enthalten, wobei die Fusionsproteine selbst bereits die Funktion eines regulierbaren Modulators der Kontraktionsfähigkeit von Herzmuskelzellen haben oder erst nach Abspaltung des Fusionsanteils die spezifische Funktion bekommen können. Vor allem zählen hierzu Fusionsproteine mit einem Anteil von insbesondere nicht-herzspezifischen Sequenzen von ca. 1-200, vorzugsweise ca. 1-150, insbesondere ca. 1-100, vor allem ca. 1-50 Aminosäuren. Beispiele von nicht-herzspezifischen Peptidsequenzen sind prokaryotische Peptidsequenzen, die z. B. aus der Galactosidase von *E. coli* abgeleitet sein können.

Die erfindungsgemäße Nukleinsäure ist im allgemeinen eine DNA oder RNA, vorzugsweise eine DNA. Für die Expression des betreffenden Gens ist im allgemeinen eine doppelsträngige DNA bevorzugt und für die Verwendung als Sonde eine einzelsträngige DNA. Besonders bevorzugt ist eine 5 doppel- oder einzelsträngige DNA mit einer Nukleinsäuresequenz gemäß Fig. 1, 2 oder 3 und die oben bereits näher beschriebenen Teile davon, wobei der für das Polypeptid kodierende DNA-Bereich besonders bevorzugt ist. Dieser Bereich beginnt mit den Nukleinsäuren "ATG" kodierend für Methionin an der Position 89 bis "TAG" kodierend für "Amber" (Stop) an der 10 Position 1747.

Die erfindungsgemäße Nukleinsäure kann beispielsweise chemisch anhand der in Fig. 1-3 offenbarten Sequenzen oder anhand der in Fig. 4 offenbarten Polypeptidsequenz unter Heranziehen des genetischen Codes z. B. nach der 15 Phosphotriester-Methode synthetisiert werden (siehe z. B. Uhlmann, E. & Peyman, A. (1990) *Chemical Reviews*, 90, 543-584, No. 4). Eine weitere Möglichkeit, die erfindungsgemäße Nukleinsäure in die Hand zu bekommen, ist die Isolierung aus einer geeigneten Genbank, beispielsweise aus einer herzspezifischen Genbank, anhand einer geeigneten Sonde (siehe z. B. J. 20 Sambrook et al., 1989, *Molecular Cloning. A Laboratory Manual* 2nd edn., Cold Spring Harbor Laboratory, Cold Spring Harbor, NY). Als Sonde eignen sich beispielsweise einzelsträngige DNA-Fragmente mit einer Länge von ca. 100-1000 Nukleotiden, vorzugsweise mit einer Länge von ca. 200-500 Nukleotiden, insbesondere mit einer Länge von ca. 300-400 Nukleotiden 25 deren Sequenz aus den Nukleinsäuresequenzen gemäß Fig. 1-3 abgeleitet werden kann. Ein Beispiel einer Sonde ist das 321 bp große DNA-Fragment gemäß Beispiel 1, das dem unterstrichenen Bereich in Fig. 1 entspricht, mit dem bereits erfolgreich die erfindungsgemäße Nukleinsäure aus humanem Herzgewebe isoliert wurde (siehe Beispiel 2).

Üblicherweise ist die erfindungsgemäße Nukleinsäure in einem Vektor, vorzugsweise in einem Expressionsvektor oder gentherapeutisch wirksamen Vektor enthalten. Vorzugsweise enthält der gentherapeutisch wirksame Vektor herzspezifische regulatorische Sequenzen, wie z. B. den Troponin C (cTNC)

5 Promotor (siehe z. B. Parmacek, M. S. et al. (1990) *J. Biol. Chem.* 265 (26) 15970-15976 und Parmacek, M. S. et al. (1992) *Mol. Cell Biol.* 12(5), 1967-1976), der funktionell mit der erfindungsgemäßen Nukleinsäure verbunden ist.

10 Die Expressionsvektoren können prokaryotische oder eukaryotische Expressionsvektoren sein. Beispiele für prokaryotische Expressionsvektoren sind für die Expression in *E. coli* z. B. die Vektoren pGEM oder pUC-Derivate und für eukaryotische Expressionsvektoren für die Expression in *Saccharomyces cerevisiae* z. B. die Vektoren p426Met25 oder p426GAL1 (Mumberg et al. 15 (1994) *Nucl. Acids Res.*, 22, 5767-5768), für die Expression in Insektenzellen z. B. Baculovirus-Vektoren wie in EP-B1-0 127 839 oder EP-B1-0 549 721 offenbart, und für die Expression in Säugerzellen z. B. die Vektoren Rc/CMV und Rc/RSV oder SV40-Vektoren, welche alle allgemein erhältlich sind.

20 Im allgemeinen enthalten die Expressionsvektoren auch für die jeweilige Wirtszelle geeignete Promotoren, wie z. B. den trp-Promotor für die Expression in *E. coli* (siehe z. B. EP-B1-0 154 133), den ADH2-Promotor für die Expression in Hefen (Russel et al. (1983), *J. Biol. Chem.* 258, 2674-25 2682), den Baculovirus-Polyhedrin-Promotor für die Expression in Insektenzellen (siehe z. B. EP-B1-0 127 839) oder den frühen SV40 Promotor oder LTR-Promotoren z. B. von MMTV (mouse mammary tumour virus; Lee et al. (1981) *Nature* 214, 228-232).

Beispiele von gentherapeutisch wirksamen Vektoren sind Virusvektoren, vorzugsweise Adenovirusvektoren, insbesondere replikationsdefizierte Adenovirusvektoren, oder Adenoassoziierte Virusvektoren, z. B. ein Adenoassozierter Virusvektor, der ausschließlich aus zwei invertierten terminalen Wiederholungssequenzen (ITR) besteht.

Ein Adenovirusvektor und insbesondere ein replikationsdefizienter Adenovirusvektor sind aus den folgenden Gründen besonders bevorzugt.

- 10 Das humane Adenovirus gehört zu der Klasse der doppelsträngigen DNA-Viren mit einem Genom von ca. 36 Kilobasenpaaren (Kb). Die virale DNA kodiert für etwa 2700 verschiedene Genprodukte, wobei man frühe ("early genes") und späte ("late genes") unterscheidet. Die "early genes" werden in vier transkriptionellen Einheiten, E1 bis E4, unterteilt. Die späten Genprodukte kodieren für die Kapsidproteine. Immunologisch können mindestens 42 verschiedene Adenoviren und die Untergruppen A bis F unterschieden werden, die alle für die vorliegende Erfindung geeignet sind. Die Transkription der viralen Gene setzt die Expression der E1-Region voraus, welche für einen Transaktivator der adenoviralen Genexpression kodiert. Diese Abhängigkeit der Expression aller nachfolgenden viralen Gene von dem E1-Transaktivator kann für die Konstruktion der nicht replikationsfähigen adenoviralen Vektoren genutzt werden (siehe z.B. McGrory, W.J. et al. (1988) *Virol.* 163, 614 - 617 und Gluzman, Y. et al. (1982) in "*Eukaryotic Viral Vectors*" (Gluzman, Y. ed.) 187 - 192, Cold Spring Harbor Press, Cold
- 15 Spring Harbor, New York). In adenoviralen Vektoren, insbesondere vom Typ 5 (Sequenz siehe Chroboczek, J. et al. (1992) *Virol.* 186, 280 - 285) und vor allem von der Untergruppe C, wird im allgemeinen die E1-Genre-
20 gion durch ein Fremdgen mit eigenem Promotor bzw. durch das erfindungs-gemäße Nukleinsäurekonstrukt ersetzt. Durch den Austausch der E1-Genre-
25 gion, welche für die Expression der nachgeschalteten adenoviralen Gene
30

Voraussetzung ist, entsteht ein nicht replikationsfähiges Adenovirus. Diese Viren können sich dann nur in einer Zelllinie vermehren, welche die fehlenden E1-Gene ersetzt.

- 5 Replikationsdefiziente Adenoviren werden daher im allgemeinen durch homologe Rekombination in der sogenannten 293-Zelllinie (humane embryonale Nierenzelllinie), die eine Kopie der E1-Region stabil im Genom integriert hat, gebildet. Hierzu werden unter Kontrolle eines eigenen Promotors, z.B. des bereits oben genannten Troponin C Promotors, die erfindungsgemäße
10 Nukleinsäure in rekombinante adenovirale Plasmide kloniert. Anschließend erfolgt die homologe Rekombination mit einem E1-defizienten adenoviralen Genom, wie z.B. d1327 oder del1324 (Adenovirus 5), in der Helferzelllinie 293. Bei erfolgreicher Rekombination werden virale Plaques geerntet. Die so erzeugten replikationsdefizienten Viren werden in hohen Titern (beispielsweise
15 10^9 bis 10^{11} "plaque forming units" oder plaquebildenden Einheiten) zur Infektion der Zellkultur oder für die somatische Gentherapie eingesetzt.

Im allgemeinen ist die genaue Insertionsstelle der erfindungsgemäßen Nukleinsäure in das adenovirale Genom nicht kritisch. Es ist z.B. auch möglich, die erfindungsgemäße Nukleinsäure an die Stelle des deletierten E3-Gens zu klonieren (Karlsson, S. et al. *EMBO J.* 5, 1986, 2377 - 2385). Vorzugsweise wird jedoch die E1-Region oder Teile davon, z.B. die E1A- oder E1B-Region (siehe z.B. WO 95/00655) durch die erfindungsgemäße Nukleinsäure ersetzt, vor allem, wenn auch die E3-Region deletiert ist.
25

Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf das adenovirale Vektorsystem beschränkt, sondern auch Adeno-assoziierte Virusvektoren eignen sich in Kombination mit der erfindungsgemäßen Nukleinsäure aus folgenden Gründen in besonderer Weise.
30

Das AAV-Virus gehört zur Familie der Parvoviren. Diese zeichnen sich durch ein ikosaedrisches, unbehülltes Kapsid mit einem Durchmesser von 18 bis 30 nm aus, welches eine lineare, einzelsträngige DNA von ca. 5 kb enthält. Für eine effiziente Vermehrung von AAV ist eine Koinfektion der
5 Wirtszelle mit Helferviren erforderlich. Als Helfer eignen sich beispielsweise Adenoviren (Ad5 oder Ad2), Herpesviren und Vaccinia-viren (Muzyczka, N. (1992) *Curr. Top. Microbiol. Immunol.* 158, 97 - 129). In Abwesenheit eines Helfervirus geht AAV in einen Latenzzustand über, wobei das Virus-
genom in der Lage ist, stabil in das Wirtszellgenom zu integrieren. Die
10 Eigenschaft von AAV, in das Wirtsgenom zu integrieren, macht es als Transduktionsvektor für Säugetierzellen besonders interessant. Für die Vektor-
funktionen genügen im allgemeinen die beiden ca. 145 bp langen invertierten terminalen Wiederholungssequenzen (ITR: *inverted terminal repeats*; siehe z.B. WO 95/23867). Sie tragen die in "cis" notwendigen Signale für Repli-
kation, Verpackung und Integration in das Wirtszellgenom. Zur Verpackung
15 in rekombinante Vektorpartikel wird ein Vektorplasmid, welches die Gene für nicht-strukturelle Proteine (rep-Proteine) und für strukturelle Proteine (cap-Proteine) trägt, in Adenovirus-infizierte Zellen transfiziert. Nach einigen Tagen wird ein zellfreies Lysat hergestellt, welches neben den
20 rekombinannten AAV-Partikeln auch Adenoviren enthält. Die Adenoviren kön-
nen vorteilhafterweise durch Erhitzen auf 56°C oder durch Bandieren im Cäsiumchlorid-Gradienten entfernt werden. Mit dieser Cotransfektionsmethode sind rAAV-Titer von 10^5 bis 10^6 IE/ml erzielbar. Die Kontamination durch Wildtypviren liegt unterhalb der Nachweisgrenze, wenn das Verpackungs-
25 plasmid und das Vektorplasmid keine überlappenden Sequenzen besitzen (Samulski, R.J. (1989) *J. Virol.* 63, 3822 - 3828).

Der Transfer der erfindungsgemäßen Nukleinsäure in somatische Körperzellen kann durch AAV in ruhende, differenzierte Zellen erfolgen, was für die
30 Gentherapie des Herzens besonders vorteilhaft ist. Durch die erwähnte

Integrationsfähigkeit kann auch eine lang anhaltende Genexpression *in vivo* gewährleistet werden, was wiederum besonders vorteilhaft ist. Ein weiterer Vorteil von AAV ist, daß das Virus nicht pathogen für den Menschen und relativ stabil *in vivo* ist. Die Klonierung der erfindungsgemäßen Nukleinsäure 5 in den AAV-Vektor oder Teilen davon erfolgt nach dem Fachmann bekannten Methoden, wie sie z.B. in der WO 95/23867, bei Chiorini, J.A. et al. (1995), *Human Gene Therapy* 6, 1531 - 1541 oder Kotin, R.M. (1994), *Human Gene Therapy* 5, 793 - 801 beschrieben sind.

- 10 Gentherapeutisch wirksame Vektoren lassen sich auch dadurch erhalten, daß man die erfindungsgemäße Nukleinsäure mit Liposomen komplexiert, da damit eine sehr hohe Transfektionseffizienz, insbesondere von Herzmuskelzellen, erreicht werden kann (Felgner, P.L. et al. (1987), *Proc. Natl. Acad. Sci USA* 84, 7413 - 7417). Bei der Lipofektion werden kleine 15 unilamellare Vesikel aus kationischen Lipiden durch Ultraschallbehandlung der Liposomensuspension hergestellt. Die DNA wird ionisch auf der Oberfläche der Liposomen gebunden, und zwar in einem solchen Verhältnis, daß eine positive Nettoladung verbleibt und die Plasmid-DNA zu 100% von den Liposomen komplexiert wird. Neben den von Felgner et al. (1987, supra) 20 eingesetzten Lipidmischungen DOTMA (1,2-Dioleyloxypropyl-3-trimethylammoniumbromid) und DOPE (Dioleoylphosphatidylethanamin) wurden inzwischen zahlreiche neue Lipidformulierungen synthetisiert und auf ihre Effizienz der Transfektion verschiedener Zelllinien getestet (Behr, J.P. et al. (1989), *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 86, 6982 - 6986; Felgner, J.H. et al. 25 (1994) *J. Biol. Chem.* 269, 2550 - 2561; Gao, X. & Huang, L. (1991), *Biochim. Biophys. Acta* 1189, 195 - 203). Beispiele der neuen Lipidformulierungen sind DOTAP N-[1-(2,3-Dioleyloxy)propyl]-N,N,N-trimethylammoniummethysulfat oder DOGS (TRANSFECTAM; Dioc-tadecylamidoglycylspermin). Ein Beispiel für die Herstellung von DNA-

Liposomenkomplexen und deren erfolgreiche Anwendung in der Herz-spezifischen Transfektion ist in der DE 44 11 402 beschrieben.

- Für die gentherapeutische Anwendung der erfindungsgemäßen Nukleinsäure
- 5 ist es auch von Vorteil, wenn der Teil der Nukleinsäure, der für das Polypeptid kodiert, ein oder mehrere nicht-kodierende Sequenzen einschließlich Intronsequenzen, vorzugsweise zwischen Promotor und dem Startcodon des Polypeptids, und/oder eine polyA-Sequenz, insbesondere die natürlich vorkommende polyA-Sequenz oder eine SV40 Virus polyA-Sequenz, vor
- 10 allem am 3'-Ende des Gens enthält, da hierdurch eine Stabilisierung der mRNA in der Herzmuskelzelle erreicht werden kann (Jackson, R. J. (1993) *Cell* 74, 9-14 und Palmiter, R. D. et al. (1991) *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 88, 478-482).
- 15 Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist auch das Polypeptid selbst mit einer Aminosäuresequenz gemäß Fig. 4 oder eine funktionelle Variante davon, und Teile davon mit mindestens 6 Aminosäuren, vorzugsweise mit mindestens 12 Aminosäuren, insbesondere mit mindestens 15 Aminosäuren und vor allem mit mindestens 164 Aminosäuren (nachfolgend
- 20 erfindungsgemäßes Polypeptid genannt).

Das Polypeptid wird beispielsweise durch Expression der erfindungsgemäßen Nukleinsäure in einem geeigneten Expressionssystem, wie oben bereits beschrieben, nach dem Fachmann allgemein bekannten Methoden hergestellt.

25 Als Wirtszellen eignen sich beispielsweise die E. coli Stämme DH5, HB101 oder BL21, der Hefestamm *Saccharomyces cerevisiae*, die Insektenzelllinie Lepidopteren, z. B. von *Spodoptera frugiperda*, oder die tierischen Zellen COS, Vero, 293 und HeLa, die alle allgemein erhältlich sind.

Die genannten Teile des Polypeptids können auch mit Hilfe der klassischen Synthese (Merrifield-Technik) synthetisiert werden. Sie eignen sich insbesondere zur Gewinnung von Antiseren, mit deren Hilfe geeignete Genexpressionsbanken durchsucht werden können, um so zu weiteren funktionellen 5 Varianten des erfindungsgemäßen Polypeptids zu gelangen.

Ein anderer Gegenstand der vorliegenden Erfindung bezieht sich daher auch auf Antikörper, die mit dem erfindungsgemäßen Polypeptid spezifisch reagieren, wobei die oben genannten Teile des Polypeptids entweder selbst immunogen sind oder durch Kopplung an geeignete Träger, wie z. B. bovines 10 Serumalbumin, immunogen gemacht bzw. in ihrer Immunogenität gesteigert werden können.

Die Antikörper sind entweder polyklonal oder monoklonal. Die Herstellung, 15 die auch einen Gegenstand der vorliegenden Erfindung darstellt, erfolgt beispielsweise nach allgemein bekannten Methoden durch Immunisieren eines Säugetiers, beispielsweise eines Kaninchens, mit dem erfindungsgemäßen Polypeptid oder den genannten Teilen davon gegebenenfalls in Anwesenheit von z. B. Freund's Adjuvant und/oder Aluminumhydroxidgelen (siehe z. B. 20 Diamond, B. A. et al. (1981) *The New England Journal of Medicine*, 1344-1349). Die im Tier aufgrund einer immunologischen Reaktion entstandenen polyklonalen Antikörper lassen sich anschließend nach allgemein bekannten Methoden leicht aus dem Blut isolieren und z. B. über Säulenchromatographie reinigen. So konnte beispielsweise gegen ein Polypeptid mit den erfindungsgemäßen Aminosäuren 1-90 gemäß Fig. 4, das als Fusionsprotein in 25 Bakterien exprimiert und über eine Affinitätschromatographie gereinigt wurde, ein polyklonales Antiserum im Kaninchen erzeugt werden. Die erfindungsgemäßen Antikörper erkannten in Extrakten aus humanem Herzgewebe spezifisch das entsprechende Protein von ca. 80 kD.

Monoklonale Antikörper können beispielsweise nach der bekannten Methode von Winter & Milstein (Winter, G. & Milstein, C. (1991) *Nature*, 349, 293-299) hergestellt werden.

- 5 Ein Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist auch ein Arzneimittel, das eine erfindungsgemäße Nukleinsäure oder ein erfindungsgemäßes Polypeptid und gegebenenfalls geeignete Zusatz- oder Hilfsstoffe enthält und ein Verfahren zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von Herzkrankungen, insbesondere von Herzinsuffizienz, bei dem eine erfindungsgemäße Nukleinsäure oder ein erfindungsgemäßes Polypeptid mit einem pharmazeutisch annehmbaren Träger formuliert wird.
- 10

Für die gentherapeutische Anwendung beim Menschen ist vor allem ein Arzneimittel geeignet, das die erfindungsgemäße Nukleinsäure in nackter Form oder in Form eines der oben beschriebenen gentherapeutisch wirksamen Vektoren oder in mit Liposomen komplexierter Form enthält. Der pharmazeutische Träger ist beispielsweise eine physiologische Pufferlösung, vorzugsweise mit einem pH von ca. 6,0-8,0, vorzugsweise von ca. 6,8-7,8, insbesondere von ca. 7,4 und/oder einer Osmolarität von ca. 200-400 milliosmol/Liter, vorzugsweise von ca. 290-310 milliosmol/Liter. Zusätzlich kann der pharmazeutische Träger geeignete Stabilisatoren, wie z. B. Nukleaseinhibitoren, vorzugsweise Komplexbildner wie EDTA und/oder andere dem Fachmann bekannte Hilfsstoffe enthalten.

- 25 Die Verabreichung der erfindungsgemäßen Nukleinsäure gegebenenfalls in Form der oben näher beschriebenen Virusvektoren oder als Liposomenkomplexe erfolgt üblicherweise intravenös, z. B. mit Hilfe eines Katheters. Vorteilhaft ist beispielsweise die direkte Infusion der erfindungsgemäßen Nukleinsäure in die Koronararterien des Patienten (sog. "Percutaneous Coronary Gene Transfer", PCGT), insbesondere in Form von rekombinantern
- 30

Adenovirusvektoren oder Adenoassoziierten Virusvektoren. Besonders bevorzugt ist die Verabreichung mit Hilfe eines Ballonkatheters, da hierdurch die Transfektion nicht nur auf das Herz, sondern auch innerhalb des Herzens auf die Injektionsstelle begrenzt werden kann (siehe z. B. Feldman, L. J.
5 et al. (1994) *JACC* 235A, 906-934).

Es ist auch möglich, das Polypeptid selbst intravenös oder mit Hilfe eines Katheters oder Ballonkatheters gegebenenfalls mit geeigneten Zusatz- oder Hilfsstoffen, wie z.B. physiologische Kochsalzlösung, Stabilisatoren, Protei-
10 naseinhibitoren etc., zu verabreichen, um die Funktion des Herzens sofort und unmittelbar zu beeinflussen.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist auch ein Diagnostikum enthaltend eine erfindungsgemäße Nukleinsäure, ein erfindungsgemäßes
15 Polypeptid oder erfindungsgemäße Antikörper und gegebenenfalls geeignete Zusatz- oder Hilfsstoffe und ein Verfahren zur Herstellung eines Diagnostiks zur Diagnose von Herzerkrankungen, insbesondere Herzinsuffizienz, bei dem eine erfindungsgemäße Nukleinsäure, ein erfindungsgemäßes Polypeptid oder erfindungsgemäße Antikörper mit geeigneten Zusatz- oder Hilfsstoffe
20 versetzt wird.

Beispielsweise können gemäß der vorliegenden Erfindung anhand der erfindungsgemäßen Nukleinsäure ein Diagnostikum auf der Basis der Polymerasenkettenreaktion (PCR-Diagnostik, z. B. gemäß EP-0 200 362) oder eines
25 Northern-Blots, wie in Beispiel 3 unter Verwendung des erfindungsgemäßen 321 bp DNA-Fragmentes als Sonde näher dargestellt, hergestellt werden. Diese Tests beruhen auf der spezifischen Hybridisierung der erfindungsgemäßen Nukleinsäuren mit dem komplementären Gegenstrang üblicherweise der entsprechenden mRNA. Die erfindungsgemäße Nukleinsäure kann hierbei
30 auch modifiziert sein, wie z. B. in EP 0 063 879 beschrieben. Vorzugs-

weise wird ein erfindungsgemäßes DNA-Fragment, insbesondere das in Beispiel 1 beschriebene DNA-Fragment mittels geeigneter Reagenzien, z. B. radioaktiv mit α -P³²-dCTP oder nicht-radioaktiv mit Biotin, nach allgemein bekannten Methoden markiert und mit isolierter RNA, die vorzugsweise vorher an geeignete Membranen aus z. B. Cellulose oder Nylon gebunden wurde, inkubiert. Zudem ist es vorteilhaft die isolierte RNA vor der Hybridisierung und Bindung an eine Membran der Größe nach, z. B. mittels Agarose-Gelelektrophorese, aufzutrennen. Bei gleicher Menge an untersuchter RNA aus jeder Gewebeprobe kann somit die Menge an mRNA bestimmt werden, die spezifisch durch die Sonde markiert wurde.

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Diagnostikums kann somit auch eine Gewebeprobe des Herzens in vitro auf die Expressionsstärke des korrespondierenden Gens spezifisch gemessen werden, um eine mögliche Herzinsuffizienz sicher diagnostizieren zu können (siehe Beispiel 1). Insbesondere eignet sich eine cDNA mit einer Sequenz gemäß Fig. 1 für die Diagnose einer möglichen Herzinsuffizienz (siehe Beispiel 2).

Ein weiteres Diagnostikum enthält das erfindungsgemäße Polypeptid bzw. die oben näher beschriebenen immunogenen Teile davon. Das Polypeptid bzw. die Teile davon, die vorzugsweise an eine Festphase, z. B. aus Nitrocellulose oder Nylon, gebunden sind, können beispielsweise mit der zu untersuchenden Körperflüssigkeit, z. B. Blut, in vitro in Berührung gebracht werden, um so beispielsweise mit Autoimmunantikörper reagieren zu können. Der Antikörper-Peptid-Komplex kann anschließend beispielsweise anhand markierter Antihuman-IgG- oder Antihuman-IgM-Antikörper nachgewiesen werden. Bei der Markierung handelt es sich beispielsweise um ein Enzym, wie Peroxidase, das eine Farbreaktion katalysiert. Die Anwesenheit und die Menge an anwesenden Autoimmunantikörper kann somit über die Farbreaktion leicht und schnell nachgewiesen werden.

Ein anderes Diagnostikum enthält die erfindungsgemäßen Antikörper selbst. Mit Hilfe dieser Antikörper kann beispielsweise eine Gewebeprobe des Herzens leicht und schnell dahingehend untersucht werden, ob das betreffende Polypeptid in einer erhöhten Menge vorhanden ist, um dadurch einen Hinweis auf eine mögliche Herzinsuffizienz zu erhalten. In diesem Fall sind die erfindungsgemäßen Antikörper beispielsweise mit einem Enzym, wie oben bereits beschrieben, markiert. Der spezifische Antikörper-Peptid-Komplex kann dadurch leicht und ebenso schnell über eine enzymatische Farbreaktion nachgewiesen werden.

10

Ein anderer Gegenstand der vorliegenden Erfindung betrifft einen Test zur Identifizierung funktioneller Interaktoren enthaltend eine erfindungsgemäße Nukleinsäure, ein erfindungsgemäßes Polypeptid oder die erfindungsgemäßen Antikörper und gegebenenfalls geeignete Zusatz- oder Hilfsstoffe.

15

Ein geeigneter Test zur Identifizierung funktioneller Interaktoren ist z. B. das sogenannte "Two-Hybrid System" (Fields, S. & Sternglanz, R. (1994) *Trends in Genetics*, 10, 286-292).

20

Bei diesem Test wird eine Zelle, beispielsweise eine Hefezelle, mit einem oder mehreren Expressionsvektoren transformiert oder transfiziert, die ein Fusionsprotein exprimieren, das das erfindungsgemäßen Polypeptid und eine DNA-Bindedomäne eines bekannten Proteins, beispielsweise von Gal4 oder LexA aus E. coli, enthält, und/oder ein Fusionsprotein exprimiert, das ein unbekanntes Polypeptid und eine Transkriptions-Aktivierungsdomäne, beispielsweise von Gal4, Herpes Virus VP16 oder B42, enthält. Zudem enthält die Zelle ein Reportergen, beispielsweise das lacZ-Gen aus E. coli, "green fluorescence protein" oder die Aminosäure-Biosynthesegene der Hefe His3 oder Leu2, das durch regulatorische Sequenzen, wie z. B. den lexA-Promotor/Operator oder durch eine sogenannte "upstream activation sequence"

25

30

(UAS) der Hefe, kontrolliert wird. Das unbekannte Polypeptid wird beispielsweise durch ein DNA-Fragment kodiert, das aus einer Genbank, beispielsweise aus einer Herzgewebe-spezifischen Genbank des Menschen, stammt. Üblicherweise wird gleich eine c-DNA-Genbank mit Hilfe der beschriebenen Expressionsvektoren in Hefe hergestellt, so daß der Test unmittelbar danach durchgeführt werden kann.

Beispielsweise wird in einen Hefe-Expressionsvektor die erfindungsgemäße Nukleinsäure in funktioneller Einheit an die Nukleinsäure kodierend für die LexA-DNA-Bindedomäne kloniert, so daß ein Fusionsprotein aus dem erfindungsgemäßen Polypeptid und der LexA-DNA-Bindedomäne in der transformierten Hefe exprimiert wird. In einem anderen Hefe-Expressionsvektor werden c-DNA-Fragmente aus einer c-DNA-Genbank in funktioneller Einheit an die Nukleinsäure kodierend für die Gal4-Transkriptions-Aktivierungsdomäne kloniert, so daß ein Fusionsprotein aus einem unbekannten Polypeptid und der Gal4-Transkriptions-Aktivierungsdomäne in der transformierten Hefe exprimiert wird. Die mit beiden Expressionsvektoren transformierte Hefe, die beispielsweise Leu2⁻ ist, enthält zusätzlich eine Nukleinsäure, die für Leu2 kodiert, und durch den LexA-Promotor/Operator kontrolliert wird. Im Falle einer funktionellen Interaktion zwischen dem erfindungsgemäßen Polypeptid und dem unbekannten Polypeptid bindet die Gal4-Transkriptions-Aktivierungsdomäne über die LexA-DNA-Bindedomäne an den LexA-Promotor/Operator, wodurch dieser aktiviert und das Leu2-Gen exprimiert wird. Dies hat zur Folge, daß die Leu2⁻ Hefe auf Minimalmedium, das kein Leucin enthält, wachsen kann.

Bei Verwendung des lacZ-bzw. "green fluorescense protein"-Reportergens anstelle eines Aminosäure-Biosynthesegens kann die Aktivierung der Transkription dadurch nachgewiesen werden, daß sich blaue bzw. grün-fluoreszierende Kolonien bilden. Die Blau- bzw. Fluoreszenzfärbung läßt sich auch

leicht im Spektrophotometer z. B. bei 585 nm im Falle einer Blaufärbung quantifizieren.

Auf diese Weise können Expressionsgenbanken leicht und schnell auf Polypeptide durchsucht werden, die mit dem erfindungsgemäßen Polypeptid interagieren. Anschließend können die gefundenen neuen Polypeptide isoliert und weiter charakterisiert werden.

Eine weitere Anwendungsmöglichkeit des "*Two-Hybrid Systems*" ist die Beeinflussung der Interaktion zwischen dem erfindungsgemäßen Polypeptid und einem bekannten oder unbekannten Polypeptid durch weitere Substanzen, wie z. B. chemische Verbindungen. Auf diese Weise lassen sich auch leicht neue und wertvolle, chemisch synthetisierbare Wirkstoffe auffinden, die als Therapeutikum zur Behandlung einer Herzerkrankung eingesetzt werden können. Die vorliegende Erfindung ist daher nicht nur auf ein Verfahren zum Auffinden von Polypeptid-artigen Interaktoren beschränkt, sondern erstreckt sich auch auf ein Verfahren zum Auffinden von Substanzen, die mit dem oben beschriebenen Protein-Protein-Komplex interagieren können. Derartige Polypeptid-artige, wie auch chemische Interaktoren werden daher im Sinne der vorliegenden Erfindung als funktionelle Interaktoren bezeichnet.

Der überraschende Vorteil der vorliegenden Erfindung ist somit, daß mit Hilfe der erfindungsgemäßen Gegenstände Herzerkrankungen, insbesondere die Herzinsuffizienz, spezifisch und sicher diagnostiziert und therapiert werden können. Es ergeben sich jedoch auch weitere wertvolle therapeutische und diagnostische Möglichkeiten. Beispielsweise sind die mit den beschriebenen Testverfahren leicht aufzuspürenden funktionelle Interaktoren deshalb so vorteilhaft, weil mit deren Hilfe in Form von geeigneten Arzneimitteln die Aktivität des erfindungsgemäßen Polypeptids in seiner natürlichen Umgebung im Herzmuskel und somit auch die Kontraktionsfähigkeit der Herzmuskelzel-

len gezielt beeinflußt werden kann, insbesondere da die Aktivität dieses Polypeptids, wie oben bereits näher beschrieben, reguliert werden kann.

- 5 Die nachfolgenden Abbildungen und Beispiele sollen die Erfindung näher erläutern ohne sie zu beschränken.

Beschreibung der Abbildungen

10

Fig. 1 zeigt eine 1936 Nukleotide-lange herzspezifische DNA-Sequenz. Der Bereich, der für das entsprechende Polypeptid kodiert, ist in Fettdruck dargestellt. Das DNA-Fragment aus Beispiel 1 ist unterstrichen.

15

Fig. 2 zeigt eine 2080 Nukleotide-lange herzspezifische DNA-Sequenz, die eine Verlängerung am 5'-Ende der DNA-Sequenz aus Fig. 1 aufweist. Der Bereich, der für das entsprechende Polypeptid kodiert, ist wiederum in Fettdruck dargestellt.

20

Fig. 3 zeigt eine 2268 Nukleotide-lange herzspezifische DNA-Sequenz, die eine Verlängerung am 5'-Ende der DNA-Sequenz aus Fig. 1 bzw. Fig. 2 aufweist. Der Bereich, der für das entsprechende Polypeptid kodiert, ist ebenso in Fettdruck dargestellt.

25

Fig. 4 zeigt eine 552 Aminosäuren-lange Polypeptid-Sequenz, die von einer der DNA-Sequenzen gemäß Fig. 1-3 kodiert wird. Die zu humanem Tropomodulin homologen Bereiche sind in Fettdruck dargestellt. Die Sequenzmotive, die auf eine Regulation des Polypeptides durch Tyrosinkinase-Signaltransduktionswege hinweisen, sind unterstrichen.

30

Fig. 5a und 5b zeigen Northern-Blots von mRNAs, die zu den Nukleinsäuresequenzen gemäß Fig. 1-3 korrespondieren, zum Nachweis der Expression in verschiedenen menschlichen Geweben (Fig. 5a) und zum Nachweis der Expression in gesundem und insuffizientem menschlichen Herzgewebe (Fig. 5b).

Beispiele

10

1. Isolierung eines DNA-Fragments aus humanem insuffizientem Herzgewebe

Aus einer gesunden und einer insuffizienten Herzgewebe-Probe wurde zunächst durch Standardmethoden (Chomczynski & Sacchi (1987), *Anal. Biochem.*, 162 (1), 156-159) Gesamt-RNA isoliert. Die RNA wurde dann mit DNase behandelt, um DNA-Kontaminationen zu entfernen. Ein Aliquot dieser RNA (0,2 µg) wurde dann in einem 20 µl-Reaktionsmix mit 1 x RT-Puffer (Gibco Y00121), 10 mM DTT, 20 µM dNTP-Mix, 1U/µl RNasin (Promega N2511), 1 µM 3'-Anker-Primergemisch vom Typ 5'-T₁₂ACN-3', wobei N ein beliebiges desoxy-Nukleotid sein kann und 10U/µl SuperScript RNase H⁻ reverser Transkriptase 60 min bei 37°C inkubiert und somit in cDNA umgeschrieben. Ein cDNA-Aliquot wurde anschließend einer 20 µl-PCR-Reaktion in 1x PCR-Puffer (Perkin-Elmer) unterworfen, die neben 1µM 3'-Primer T₁₂AC und 1µM 5'-Dekamer-Primer (5'-CCTTCTACCC-3'), 10 µCi α-P³³-dCTP, 2µM dNTP-Mix und 1 U AmpliTaq (Perkin Elmer) enthält. Das Gemisch wurde zunächst 1 min bei 94°C, dann 40 Zyklen mit jeweils 30 s 94°C, 2 min 40°C und 30 s 72°C und abschließend 10 min bei 72°C inkubiert. Das entstehende DNA-Fragment-Gemisch wurde dann auf einem 6%igen Polyacrylamid-Gel aufgetrennt und autoradiographiert. Es wird

so ein 321 bp großes DNA-Fragment dargestellt, welches nicht in der Gesundherzprobe, jedoch deutlich in der insuffizienten Herzprobe vorhanden ist. Dieses Fragment wurde dann anhand des Röntgenfilmes aus dem Gel ausgeschnitten und mittels PCR unter den bereits beschriebenen Bedingungen 5 reamplifiziert. Das erhaltene Fragment wurde dann in einen entsprechenden Vektor kloniert, und die DNA-Sequenz wurde bestimmt. Ein derartig dargestelltes Fragment enthält die Nukleotide 1627-1936 der Sequenz gemäß Anspruch 1 und die 12 Thymin-Nukleotide aus dem 3'-Anker-Primer.

10

2. Isolierung von herzspezifischen Nukleinsäuren

Mit Hilfe eines α -P³²-dCTP markierten DNA-Fragmentes aus Beispiel 1, das die Nukleotide von Position 1627-1936 nach Fig. 1 umfaßt, wurde eine 15 Plaquehybridisierung mit einer cDNA-Genbank aus Herzgewebe nach Standardbedingungen durchgeführt (siehe Sambrook, J., Frisch, E. F. & Maniatis, T. (1989) *Molecular Cloning, A Laboratory Manual*, Kap. 8-10). Anschließend wurden die gefundenen cDNAs isoliert und sequenziert. Die 20 Sequenzen sind in Fig. 1-3 dargestellt. Hierbei zeigte sich, daß sich die cDNA mit der Sequenz gemäß Fig. 1 mit größerer Wahrscheinlichkeit aus insuffizientem Herzgewebe isolieren ließ als die cDNA mit der Sequenz gemäß Fig. 2 oder 3, welche sich mit größerer Wahrscheinlichkeit aus gesundem Herzgewebe isolieren ließ.

25

3. Nachweis der Expressionsstärke des herzspezifischen Gens in verschiedenen menschlichen Geweben anhand von Northern Blots.

5 Das bereits in den Beispielen 1 und 2 und Fig. 1 beschriebene 321 bp große DNA-Fragment wurde zunächst mit α -P³²-dCTP mittels der "random primer labeling"-Methode (Feinberg, A. P. & Vogelstein, B. (1983) Anal. Biochem., 132, 6) radioaktiv markiert. Hierzu wurde das RTS RadPrime DNA Labeling System (GibcoBRL 10387-017) verwendet. Die Hybridisierung 10 von Blots mit poly A⁺-RNA aus menschlichen Geweben (siehe Fig. 5a und 5b) fand nach Herstellerangaben (Multiple Tissue Northern Blots I & II, Clontech Laboratories GmbH, Heidelberg, #7760-1, #7759-1) in ExpressHyb Hybridisierungslösung (Clontech #8015-1) 1 Stunde bei 68 °C statt. Die Blots wurden anschließend 30 Minuten mit 2 x SSC und 0,05% SDS und 15 danach 1 Stunde mit 0,1 x SSC und 0,1% SDS gewaschen und autoradiographiert. Es zeigte sich, daß die 321 bp große Sonde mit einer polyA⁺-RNA von ca. 2400 bp stark in Herzgewebe und Skelettmuskel, sehr schwach in Prostatagewebe und nicht in Leukozyten, Dickdarm-, Dünndarm-, Eierstock-, Hoden-, Thymus-, Milz-, Niere-, Leber-, Lunge-, Plazenta- und 20 Gehirngewebe hybridisiert (Fig. 5a).

Weiterhin wurde die Expression der entsprechenden RNAs in gesundem und insuffizientem Herzgewebe untersucht. Hierzu wurde aus verschiedenen menschlichen Herzgewebeproben Gesamt-RNA isoliert (Chomczynski & 25 Sacchi (1987), Anal. Biochem. 162, 156-159). Anschließend wurden jeweils 10 µg RNA mittels eines 1%igen Formaldehyd-Agarose Gels aufgetrennt und im Kapillarverfahren auf eine geladene Nylon-Membran transferiert (Zeta-Probe GT BioRad #162-0197). Die Membran wurde kurz mit 2 x SSC gewaschen und dann bei 80 °C 30 Minuten gebacken. Die Membranen 30 wurden mindestens 1 Stunde mit Prähybridisierlösung (0,5 M Na₂HPO₄, pH

7,2; 7% SDS) bei 65 °C inkubiert. Anschließend wurde die Lösung gegen eine frische Lösung ausgetauscht und die radioaktive, hitzedenaturierte Sonde hinzugegeben. Die Hybridisierung wurde 15 Stunden bei 65 °C durchgeführt. Anschließend wurden die Membranen zunächst 15 Stunden bei 65 °C mit 40
5 mM Na₂HPO₄, pH 7,2; 5% SDS, dann 2 x 30 Minuten bei 65 °C mit 40 mM Na₂HPO₄, pH 7,2; 1% SDS gewaschen und anschließend autoradiographiert. Es zeigte sich, daß in 1%igen Agarose-Gelen verschiedene RNA-Spezien aufgetrennt wurden, die eine Größe von ca. 2200 bis ca. 2400 bp aufwiesen. Diese unterschiedlichen Spezien korrespondieren gut mit den
10 Größen der drei gefundenen cDNAs inklusive eines durchschnittlichen polyA-Schwanzes von 150 bp Länge (siehe Fig. 1-3). Insbesondere die kleinste RNA-Spezie war im erkrankten Gewebe deutlicher nachzuweisen als im gesunden Gewebe. Die Quantifizierung der Blots mittels Phosphoimagers und der ImageQuant Software (Molecular Dynamics GmbH, Krefeld) unter Berücksichtigung einer Kontrollhybridisierung mit β4-Thymosin und Aktin ergab eine um ungefähr 35% erhöhte Expression der nachgewiesenen RNAs
15 in insuffizientem Herzgewebe im Vergleich zum gesunden Gewebe.

MediGene Aktiengesellschaft

13. Juni 1997

M25519/BÖ

Patentansprüche

5

1. Nukleinsäure kodierend für ein Polypeptid mit einer Aminosäuresequenz gemäß Fig. 4 oder eine funktionelle Variante davon, und Teile davon mit mindestens 8 Nukleotiden.
- 10 2. Nukleinsäure nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Nukleinsäure eine DNA oder RNA, vorzugsweise eine DNA, insbesondere eine doppelsträngige DNA ist.
- 15 3. Nukleinsäure nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Nukleinsäure eine DNA mit einer Nukleinsäuresequenz gemäß Fig. 1, 2 oder 3 enthält.
- 20 4. Nukleinsäure nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß die Nukleinsäure in einem Vektor, vorzugsweise in einem Expressionsvektor oder gentherapeutisch wirksamen Vektor, enthalten ist.
- 25 5. Nukleinsäure nach einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß der Teil der Nukleinsäure, der für das Polypeptid kodiert, eine oder mehrere nicht-kodierende Sequenzen und/oder eine polyA-Sequenz enthält.
- 30 6. Verfahren zur Herstellung einer Nukleinsäure nach einem der Ansprüche 1-5, dadurch gekennzeichnet, daß die Nukleinsäure chemisch synthetisiert oder anhand einer Sonde aus einer Genbank isoliert wird.

7. Polypeptid mit einer Aminosäuresequenz gemäß Fig. 4 oder eine funktionelle Variante davon, und Teile davon mit mindestens 6 Aminosäuren.
- 5 8. Verfahren zur Herstellung eines Polypeptids gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Nukleinsäure gemäß einem der Ansprüche 1-3 in einer geeigneten Wirtszelle exprimiert wird.
- 10 9. Antikörper gegen ein Polypeptid gemäß Anspruch 7.
10. Verfahren zur Herstellung eines Antikörpers gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein Säugetier mit einem Polypeptid gemäß Anspruch 7 immunisiert und die entstandenen Antikörper isoliert werden.
- 15 11. Arzneimittel enthaltend eine Nukleinsäure gemäß einem der Ansprüche 1-5 oder ein Polypeptid gemäß Anspruch 7 und gegebenenfalls einen pharmazeutisch annehmbaren Träger.
- 20 12. Verfahren zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von Herzerkrankungen, dadurch gekennzeichnet, daß eine Nukleinsäure gemäß einem der Ansprüche 1-5 oder ein Polypeptid gemäß Anspruch 7 mit einem pharmazeutisch annehmbaren Träger formuliert wird.
- 25 13. Diagnostikum enthaltend eine Nukleinsäure gemäß einem der Ansprüche 1-5, ein Polypeptid gemäß Anspruch 7 oder Antikörper gemäß Anspruch 9 und gegebenenfalls geeignete Zusatz- oder Hilfsstoffe.

14. Verfahren zur Herstellung eines Diagnostikums zur Diagnose von Herzerkrankungen, dadurch gekennzeichnet, daß eine Nukleinsäure gemäß einem der Ansprüche 1-5, ein Polypeptid gemäß Anspruch 7 oder Antikörper gemäß Anspruch 9 mit einem pharmazeutisch annehmbaren Träger versetzt wird.
- 5
15. Test zur Identifizierung funktioneller Interaktoren enthaltend eine Nukleinsäure gemäß einem der Ansprüche 1-5 oder ein Polypeptid gemäß Anspruch 7 und gegebenenfalls geeignete Zusatz- oder Hilfsstoffe.
- 10
16. Verwendung einer Nukleinsäure gemäß einem der Ansprüche 1-5 oder eines Polypeptids gemäß Anspruch 7 zur Identifizierung funktioneller Interaktoren.
- 15

Fig. 1

	CAGCCTGCCA	CTTGCCTCCC	TGCCTGCTTC	TGGCTGCCTT
	GAATGCCTGG	TCCTTCAAGC	TCCTTCTGGG	TCTGACAAAG
5	CAGGGACCAT	GTCTACCTTT	GGCTACCGAA	GAGGACTCAG
	TAAATAACGAA	TCCATCGACG	AGGATGAACT	CCTCGCCTCC
	CTGTCAGCCG	AGGAGCTGAA	GGAGCTAGAG	AGAGAGITGG
	AAGACATTGA	ACCTGACCGC	AACCTTCCCG	TGGGGCTAAG
	GCAAAAGAGC	CTGACAGAGA	AAACCCCCAC	AGGGACATTG
10	AGCAGAGAGG	CACTGATGGC	CTATTGGGAA	AAGGAGTCCC
	AAAAAACTCTT	GGAGAAGGAG	AGGCTGGGGG	AATGTGGAAA
	GGTTGCAGAA	GACAAAGAGG	AAAGTGAAGA	AGAGCTTATC
	TTTACTGAAA	GTAACAGTGA	GGTTTCTGAG	GAAGTGTATA
	CAGAGGGAGGA	GGAGGGAGGAG	TCCCAGGAGG	AAGAGGAGGA
15	AGAAGACAGT	GACGAAGAGG	AAAGAACAAAT	TGAAACTGCA
	AAAGGGATTAA	ATGGAACTGT	AAATTATGAT	AGTGTCAATT
	CTGACAACTC	TAAGCCAAAG	ATATTTAAAAA	GTCAAATAGA
	GAACATAAAT	TTGACCAATG	GCAGCAATGG	GAGGAACACA
	GAGTCCCCAG	CTGCCATTCA	CCCTTGTGGA	AATCCTACAG
20	TGATTGAGGA	CGCTTGAC	AAGATTAAAAA	GCAATGACCC
	TGACACCCACA	GAAGTCAATT	TGAACAAACAT	TGAGAACATC
	ACAACACAGA	CCCTTACCCG	CTTTGCTGAA	GCCCTCAAGG
	ACAACACTGT	GGTGAAGACG	TTCAGTCTGG	CCAACACGCA
	TGCCGACGAC	AGTGCAGCCA	TGGCCATTGC	AGAGATGCTC
25	AAAGCCAATG	AGCACATCAC	CAACGTAAAC	GTCGAGTCCA
	ACTTCATAAC	GGGAAAGGGG	ATCCTGGCCA	TCATGAGAGC
	TCTCCAGCAC	AACACGGTGC	TCACGGAGCT	GCGTTCCAT
	AACCAGAGGC	ACATCATGGG	CAGCCAGGTG	GAAATGGAGA
	TTGTCAAGCT	GCTGAAGGAG	AACACGACGC	TGCTGAGGCT
30	GGGATACCAT	TTTGAACTCC	CAGGACCAAG	AATGAGCATG

	ACGAGCATT	TGACAAGAAA	TATGGATAAA	CAGAGGCAAA
	AACGTTGCA	GGAGCAAAAA	CAGCAGGAGG	GATACGATGG
	AGGACCCAAT	CTTAGGACCA	AAGTCTGGCA	AAGAGGAACA
	CCTAGCTCTT	CACCTTATGT	ATCTCCCAGG	CACTCACCC
5	GGTCATCCCC	AAAACTCCCC	AAAAAAAGTCC	AGACTGTGAG
	GAGCCGTCCT	CTGTCTCCTG	TGGCCACACT	TCCTCCTCCT
	CCCCCTCCTC	CTCCTCCTCC	CCCTCCTTCT	TCCCAAAGGC
	TGCCACCACC	TCCTCCTCCT	CCCCCTCCTC	CACTCCCAGA
	GAAAAAAGCTC	ATTACCAAGAA	ACATTGCAGA	AGTCATCAAA
10	CAACAGGAGA	GTGCCAACG	GGCATTACAA	AATGGACAAA
	AAAAGAAAAA	AGGGAAAAAG	GTCAAGAAAC	AGCCAAACAG
	TATTCTAAAG	GAAATAAAAAA	ATTCTCTGAG	GTCAAGTGC
	GAGAAGAAAA	TGGAAGACAG	TTCCCGACCT	<u>TCTACCCCAC</u>
	AGAGATCAGC	TCATGAGAAT	CTCATGGAAG	CAATTGGGG
15	AAGCAGCATA	AAACAGCTAA	AGCGGGTGGG	AGTTCCAGAA
	GCCCTGCGAT	GGGAACATGA	TCTTTAGAAG	AGGATGCAGA
	ACTGTTCAGT	GGTATTACAT	GAAATGCATT	GTGAGATGTT
	TCTAAAATAC	CTTCTTCAAT	TCAAAATGAT	CCCTGACTTT
	AAAAATAATC	TCACCCATTA	ATTCCAAAGA	GAATCTTAAG
20	AAACAATCAG	CATGTTCTT	CTGTAAATAT	GAAAATAAAT
	TTCTTTTTA	TGTCGT -poly(A)-Schwanz		

Fig. 2

	CAGCCTGCCA	CTTGCCTCCC	TGCCTGCTTC	TGGCTGCCTT
	GAATGCCTGG	TCCTTCAAGC	TCCTTCTGGG	TCTGACAAAG
5	CAGGGACCAT	GTCTACCTTT	GGCTACCGAA	GAGGACTCAG
	TAAATACGAA	TCCATCGACG	AGGATGAACT	CCTCGCCTCC
	CTGTCAGCCG	AGGAGCTGAA	GGAGCTAGAG	AGAGAGTTGG
	AAGACATTGA	ACCTGACCGC	AACCTTCCCG	TGGGGCTAAG
	GCAAAAGAGC	CTGACAGAGA	AAACCCCCAC	AGGGACATTC
10	AGCAGAGAGG	CACTGATGGC	CTATTGGGAA	AAGGAGTCCC
	AAAAAACTCTT	GGAGAAGGAG	AGGCTGGGGG	AATGTGGAAA
	GGTTGCAGAA	GACAAAGAGG	AAAGTGAAGA	AGAGCTTATC
	TTTACTGAAA	GTAACAGTGA	GGTTTCTGAG	GAAGTGTATA
	CAGAGGAGGA	GGAGGGAGGAG	TCCCAGGAGG	AAGAGGAGGA
15	AGAAGACAGT	GACGAAGAGG	AAAGAACAAAT	TGAAACTGCA
	AAAGGGATTAA	ATGGAACTGT	AAATTATGAT	AGTGTCAATT
	CTGACAACTC	TAAGCCAAAG	ATATTTAAAA	GTCAAATAGA
	GAACATAAAT	TTGACCAATG	GCAGCAATGG	GAGGAACACA
	GAGTCCCCAG	CTGCCATTCA	CCCTTGTGGA	AATCCTACAG
20	TGATTGAGGA	CGCTTGAGAC	AAGATTTAAA	GCAATGACCC
	TGACACCACA	GAAGTCAATT	TGAACAAACAT	TGAGAACATC
	ACAACACAGA	CCCTTACCCG	CTTTGCTGAA	GCCCTCAAGG
	ACAACACTGT	GGTGAAGACG	TTCAGTCTGG	CCAACACGCA
	TGCCGACGAC	AGTGCAGCCA	TGGCCATTGC	AGAGATGCTC
25	AAAGCCAATG	AGCACATCAC	CAACGTAAAC	GTCGAGTCCA
	ACTTCATAAC	GGGAAAGGGG	ATCCTGGCCA	TCATGAGAGC
	TCTCCAGCAC	AACACGGTGC	TCACGGAGCT	GCGTTCCAT
	AACCAGAGGC	ACATCATGGG	CAGCCAGGTG	GAAATGGAGA
	TTGTCAAGCT	GCTGAAGGAG	AACACGACGC	TGCTGAGGCT
30	GGGATACCAT	TTTGAACTCC	CAGGACCAAG	AATGAGCATG
	ACGAGCATT	TGACAAGAAA	TATGGATAAA	CAGAGGCAAA

	AACGTTGCA	GGAGCAAAAA	CAGCAGGAGG	GATACGATGG
	AGGACCCAAT	CTTAGGACCA	AAGTCTGGCA	AAGAGGAACA
	CCTAGCTCTT	CACCTTATGT	ATCTCCCAGG	CACTCACCCCT
	GGTCATCCCC	AAAACTCCCC	AAAAAAAGTCC	AGACTGTGAG
5	GAGCCGTCTT	CTGTCTCCTG	TGGCCACACT	TCCTCCTCCT
	CCCCCTCCTC	CTCCTCCTCC	CCCTCCTTCT	TCCCAAAGGC
	TGCCACCACC	TCCTCCTCCT	CCCCCTCCTC	CACTCCCAGA
	GAAAAAGCTC	ATTACCAGAA	ACATTGCAGA	AGTCATCAAA
	CAACAGGAGA	GTGCCAACG	GGCATTACAA	AATGGACAAA
10	AAAAGAAAAA	AGGGAAAAAG	GTCAAGAAC	AGCCAAACAG
	TATTCTAAAG	GAAATAAAAA	ATTCTCTGAG	GTCAGTGCAA
	GAGAAGAAAA	TGGAAGACAG	TTCCCGACCT	TCTACCCAC
	AGAGATCAGC	TCATGAGAAT	CTCATGGAAG	CAATTGGGG
	AAGCAGCATA	AAACAGCTAA	AGCGGGTGGA	AGTTCCAGAA
15	GCCCTGCGAT	GGGAACATGA	TCTTTAGAAG	AGGATGCAGA
	ACTGTTCACT	GGTATTACAT	GAAATGCATT	GTGAGATGTT
	TCTAAAATAC	CTTCTTCAAT	TCAAAATGAT	CCCTGACTTT
	AAAAATAATC	TCACCCATTA	ATTCCAAAGA	GAATCTTAAG
	AAACAATCAG	CATGTTCTT	CTGTAAATAT	GAAAATAAT
20	TTCTTTTTA	TGTCGTGAGA	TTTGTATTGG	CAAGAAGCAG
	TTAATTAAA	GATGCTCTTC	CTATCTGTGG	ATGTGTTGGT
	AACTCCGAGT	TGTAATGAGT	TCATGAAATG	TGCTGTTATT
	TTTGTAAATCT	CAATAAATGT	GGATTGAAGT	TTTTCCCTT

-poly(A)-Schwanz

Fig 3

	CAGCCTGCCA	CTTGCCTCCC	TGCCTGCTTC	TGGCTGCCTT
5	GAATGCCTGG	TCCTTCAAGC	TCCTTCTGGG	TCTGACAAAG
	CAGGGACCAT	GTCTACCTTT	GGCTACCGAA	GAGGACTCAG
	TAAATAACGAA	TCCATCGACG	AGGATGAACT	CCTCGCCTCC
	CTGTCAGCCG	AGGAGCTGAA	GGAGCTAGAG	AGAGAGTTGG
	AAGACATTGA	ACCTGACCGC	AACCTTCCCG	TGGGGCTAAG
10	GCAAAAGAGC	CTGACAGAGA	AAACCCCCAC	AGGGACATT
	AGCAGAGAGG	CACTGATGGC	CTATTGGGAA	AAGGAGTCCC
	AAAAAACTCTT	GGAGAAGGAG	AGGCTGGGGG	AATGTGGAAA
	GGTTGCAGAA	GACAAAGAGG	AAAGTGAAGA	AGAGCTTATC
	TTTACTGAAA	GTAACAGTGA	GGTTTCTGAG	GAAGTGTATA
15	CAGAGGAGGA	GGAGGGAGGAG	TCCCAGGAGG	AAGAGGAGGA
	AGAAGACAGT	GACGAAGAGG	AAAGAACAAAT	TGAAACTGCA
	AAAGGGATTA	ATGGAACTGT	AAATTATGAT	AGTGTCAATT
	CTGACAACTC	TAAGCCAAAG	ATATTTAAAA	GTCAAATAGA
	GAACATAAAAT	TTGACCAATG	GCAGCAATGG	GAGGAACACA
20	GAGTCCCCAG	CTGCCATTCA	CCCTTGTGGA	AATCCTACAG
	TGATTGAGGA	CGCTTGAC	AAGATTTAAA	GCAATGACCC
	TGACACCACA	GAAGTCAATT	TGAACAAACAT	TGAGAACATC
	ACAACACAGA	CCCTTACCCG	CTTTGCTGAA	GCCCTCAAGG
	ACAACACTGT	GGTGAAGACG	TTCAGTCTGG	CCAACACGCA
25	TGCCGACGAC	AGTGCAGCCA	TGGCCATTGC	AGAGATGCTC
	AAAGCCAATG	AGCACATCAC	CAACGTAAAC	GTCGAGTCCA
	ACTTCATAAC	GGGAAAGGGG	ATCCTGGCCA	TCATGAGAGC
	TCTCCAGCAC	AACACGGTGC	TCACGGAGCT	GCGTTCCAT
	AACCAGAGGC	ACATCATGGG	CAGCCAGGTG	GAAATGGAGA
30	TTGTCAAGCT	GCTGAAGGAG	AACACGACGC	TGCTGAGGCT
	GGGATACCAT	TTTGAACTCC	CAGGACCAAG	AATGAGCATG

	ACGAGCATT	TGACAAGAAA	TATGGATAAA	CAGAGGCAAA
	AACGTTGCA	GGAGCAAAAA	CAGCAGGAGG	GATACGATGG
	AGGACCCAAT	CTTAGGACCA	AAGTCTGGCA	AAGAGGAACA
	CCTAGCTCTT	CACCTTATGT	ATCTCCCAGG	CACTCACCT
5	GGTCATCCCC	AAAACTCCCC	AAAAAAAGTCC	AGACTGTGAG
	GAGCCGTCCT	CTGTCTCCTG	TGGCCACACT	TCCTCCTCCT
	CCCCCTCCTC	CTCCTCCTCC	CCCTCCTTCT	TCCCAAAGGC
	TGCCACCACC	TCCTCCTCCT	CCCCCTCCTC	CACTCCCAGA
	GAAAAAAGCTC	ATTACCAGAA	ACATTGCAGA	AGTCATCAAA
10	CAACAGGAGA	GTGCCAACG	GGCATTACAA	AATGGACAAA
	AAAAGAAAAA	AGGGAAAAAG	GTCAAGAAC	AGCCAAACAG
	TATTCTAAAG	GAAATAAAAA	ATTCTCTGAG	GTCAGTGCAA
	GAGAAGAAAA	TGGAAGACAG	TTCCCGACCT	TCTACCCCAC
	AGAGATCAGC	TCATGAGAAT	CTCATGGAAG	CAATTGGGG
15	AAGCAGCATA	AAACAGCTAA	AGCGGGTGG	AGTTCCAGAA
	GCCCTGCGAT	GGGAACATGA	TCTTTAGAAG	AGGATGCAGA
	ACTGTTCACT	GGTATTACAT	GAAATGCATT	GTGAGATGTT
	TCTAAAATAC	CTTCTTCAAT	TCAAAATGAT	CCCTGACTTT
	AAAAATAATC	TCACCCATTA	ATTCCAAAGA	GAATCTTAAG
20	AAACAATCAG	CATGTTCTT	CTGTAAATAT	GAAAATAAT
	TTCTTTTTA	TGTCGTGAGA	TTTGTATTGG	CAAGAAGCAG
	TTAATTAAA	GATGCTCTTC	CTATCTGTGG	ATGTGTTGGT
	AACTCCGAGT	TGTAATGAGT	TCATGAAATG	TGCTGTTATT
	TTTGTAAATCT	CAATAAATGT	GGATTGAAGT	TTTTCCCTT
25	TTTTTAAAGC	CAAACTAATA	TTTTCTGTG	ACTTGATACA
	TCTGTCAGAT	TTTTGTAATC	TCGATAAAATG	TGTATTGAAG
	TTTTTTCCCT	TTTTTAAAAA	AGCCAAACTA	ATATTTTCT
	GTGAGTTAAT	ACATCTGTCA	GTGTGTATGT	AACATTACTG
	GACATTAAAA	AAAATTATTAC	ATTCTC-poly(A)-Schwanz	

Fig. 4

5	MSTFGYRRGL	SKYESIDEDE	LLASLSAEEL	KELERELEDI
	EPDRNLPVGL	RQKSLTEKTP	TGTFSREALM	AYWEKESQKL
	LEKERLGEKG	KVAEDKEESE	EELIFTESNS	EVSEEVYTEE
	EEEESQEEEE	EEDSDEEERT	IETAKGINGT	VNYDSVNSDN
	SKPKIFKSQI	ENINLTNGSN	GRNTESPAAI	HPCGNPTVIE
10	DALDKIKSND	PDTTEVNLNN	IENITTQTLT	RFAEALKDNT
	VVKTFSLANT	HADDSAAAMAI	AEMPLKANEHI	TNVNVESNFI
	TGKGILAIMR	ALQHNTVLTE	LRFHNQRHIM	GSQVEMEIVK
	LLKENTTLLR	LGYHFELPGP	RMSMTSILTR	NMDKQRQKRL
	QEQQQQEGYD	GGPNLRTKVV	QRGTPSSSPY	VSPRHSPWSS
15	<u>PKLPKKVQTV</u>	RSRPLSPVAT	LPPPPPPPPP	PPPSSQRLPP
	PPPPPP <u>PPLP</u>	<u>EKKLITRNIA</u>	EVIKQQESAQ	RALQNGQKKK
	KGKKVKKQPN	SILKEIKNSL	RSVQEKKMED	SSRPSTPQRS
	AHENLMEAIR	GSSIKQLKRV	EVPEALRWEH	DL.

Fig. 5a

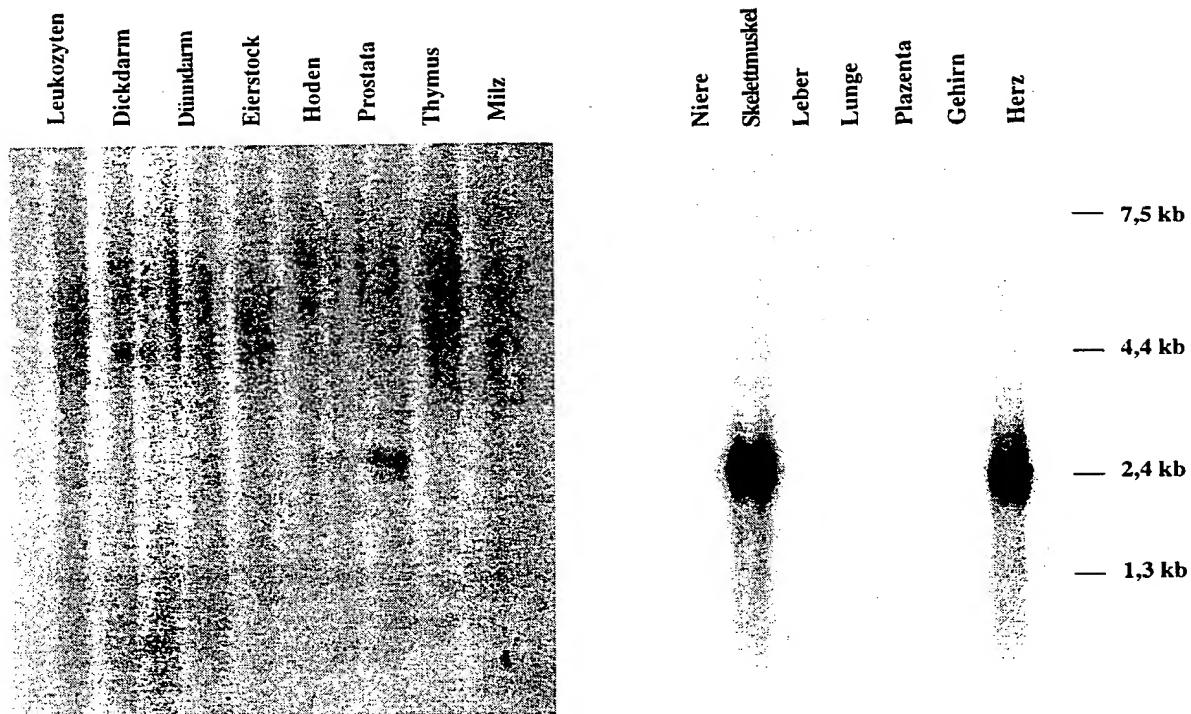
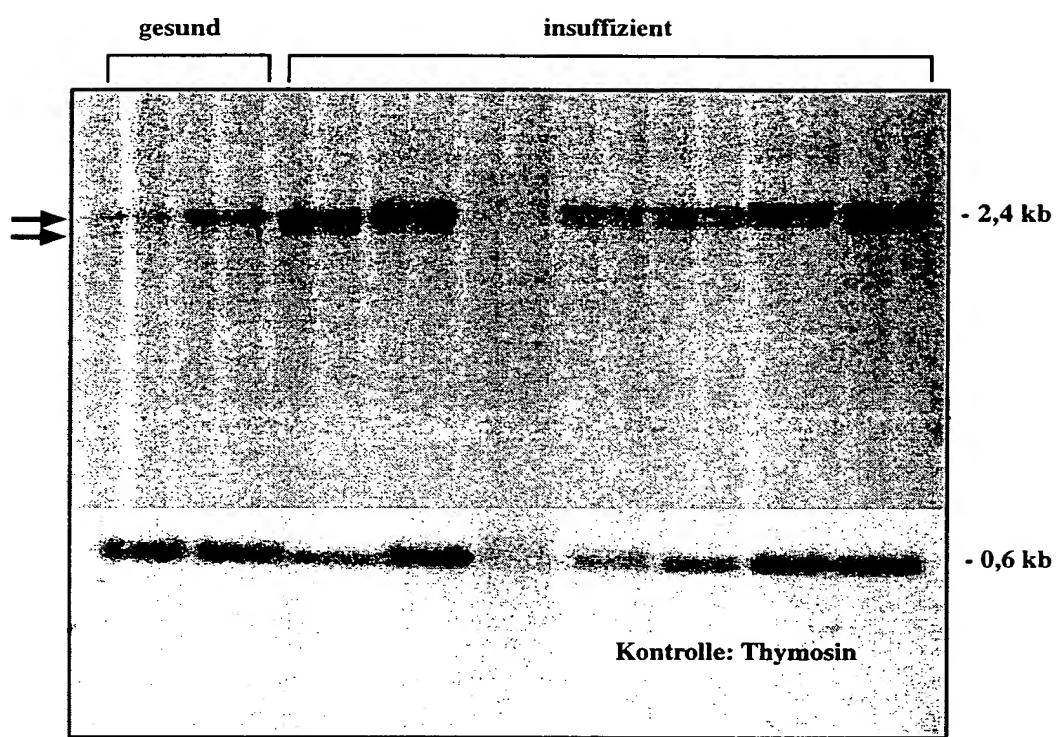


Fig. 5b



Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Herz- und Skelettmuskel-spezifische Nukleinsäure, ihre Herstellung und Verwendung als Diagnostikum, s Arzneimittel und Test zur Identifizierung funktioneller Interaktoren.

SEQUENZPROTOKOLL

(1) ALLGEMEINE ANGABEN:

(i) ANMELDER:

- (A) NAME: MediGene Aktiengesellschaft
- (B) STRASSE: Lochhamer Str. 11
- (C) ORT: 82152 Martinsried
- (E) LAND: Deutschland
- (F) POSTLEITZAHL: D-82152
- (G) TELEFON: 089-89 56 32 0
- (H) TELEFAX: 089-89 56 32 20

(ii) BEZEICHNUNG DER ERFINDUNG: Herzspezifische Nukleinsäure, ihre Herstellung und Verwendung

(iii) ANZAHL DER SEQUENZEN: 5

(iv) COMPUTER-LESBARE FASSUNG:

- (A) DATENTRÄGER: Floppy disk
- (B) COMPUTER: IBM PC compatible
- (C) BETRIEBSSYSTEM: PC-DOS/MS-DOS
- (D) SOFTWARE: PatentIn Release #1.0, Version #1.30 (EPA)

(2) ANGABEN ZU SEQ ID NO: 1:

(i) SEQUENZKENNZEICHEN:

- (A) LÄNGE: 1936 Basenpaare
- (B) ART: Nucleotid
- (C) STRANGFORM: Einzelstrang
- (D) TOPOLOGIE: linear

(ii) ART DES MOLEKÜLS: cDNA

(iii) HYPOTHETISCH: NEIN

(iv) ANTISENSE: JA

(vi) URSPRUNGLICHE HERKUNFT:

- (F) GEWEBETYP: Herzgewebe

(xi) SEQUENZBESCHREIBUNG: SEQ ID NO: 1:

CAGCCTGCCA CTTGCCTCCC TGCCTGCTTC TGGCTGCCTT GAATGCCTGG TCCTTCAAGC	60
TCCCTTCTGGG TCTGACAAAG CAGGGACCAT GTCTACCTTT GGCTACCGAA GAGGACTCAG	120
TAAATACGAA TCCATCGACG AGGATGAACCT CCTCGCCTCC CTGTCAGCCG AGGAGCTGAA	180
GGAGCTAGAG AGAGAGTTGG AAGACATTGA ACCTGACCGC AACCTTCCCG TGGGGCTAAC	240
GCAAAAGAGC CTGACAGAGA AAACCCCCAC AGGGACATTC AGCAGAGAGG CACTGATGGC	300
CTATTGGGAA AAGGAGTCCC AAAAACTCTT GGAGAAGGAG AGGCTGGGG AATGTGGAAA	360
GGTTGCAGAA GACAAAGAGG AAAGTGAAGA AGAGCTTATC TTTACTGAAA GTAACAGTGA	420
GGTTTCTGAG GAAGTGTATA CAGAGGAGGA GGAGGAGGAG TCCCAGGAGG AAGAGGAGGA	480
AGAAGACAGT GACGAAGAGG AAAGAACAAAT TGAAACTGCA AAAGGGATTA ATGGAACTGT	540
AAATTATGAT AGTGTCAATT CTGACAACTC TAAGCCAAAG ATATTTAAAA GTCAAATAGA	600

GAACATAAAT TTGACCAATG GCAGCAATGG GAGGAACACA GAGTCCCCAG CTGCCATTCA	660
CCCTTGTGGA AATCCTACAG TGATTGAGGA CGCTTTGGAC AAGATTAAAA GCAATGACCC	720
TGACACCACA GAAGTCATT TGAAACAACAT TGAGAACATC ACAACACAGA CCCTTACCCG	780
CTTGCTGAA GCCCTCAAGG ACAACACTGT GGTGAAGACG TTCAGTCTGG CCAACACGCA	840
TGCCGACGAC AGTGCAGCCA TGGCCATTGC AGAGATGCTC AAAGCCAATG AGCACATCAC	900
CAACGTAAAC GTCGAGTCCA ACTTCATAAC GGGAAAGGGG ATCCTGGCCA TCATGAGAGC	960
TCTCCAGCAC AACACGGTGC TCACGGAGCT GCGTTCCAT AACCAAGGG ACATCATGGG	1020
CAGCCAGGTG GAAATGGAGA TTGTCAAGCT GCTGAAGGAG AACACGACGC TGCTGAGGCT	1080
GGGATACCAT TTTGAACCTCC CAGGACCAAG AATGAGCATG ACGAGCATT TGACAAGAAA	1140
TATGGATAAA CAGAGGCAAA AACGTTGCA GGAGCAAAAA CAGCAGGAGG GATACGATGG	1200
AGGACCCAACT CTTAGGACCA AAGTCTGGCA AAGAGGAACA CCTAGCTCTT CACCTTATGT	1260
ATCTCCCAGG CACTCACCCCT GGTCATCCCC AAAACTCCCC AAAAAAGTCC AGACTGTGAG	1320
GAGCCGTCT CTGTCCTCTG TGGCCACACT TCCTCCTCCT CCCCTCCTC CTCCTCCTCC	1380
CCCTCCTTCT TCCCAAAGGC TGCCACCACC TCCTCCTCCT CCCCTCCTC CACTCCCAGA	1440
GAAAAAGCTC ATTACCAAGAA ACATTGCAGA AGTCATCAAA CAACAGGAGA GTGCCAACG	1500
GGCATTACAA AATGGACAAA AAAAGAAAAA AGGGAAAAAG GTCAAGAAC AGCCAAACAG	1560
TATTCTAAAG GAAATAAAA ATTCTCTGAG GTCAGTGCAA GAGAAGAAAA TGGAAGACAG	1620
TTCCCGACCT TCTACCCAC AGAGATCAGC TCATGAGAAT CTCATGGAAG CAATTGGGG	1680
AAGCAGCATA AAACAGCTAA AGCGGGTGGA AGTTCCAGAA GCCCTGCGAT GGGAACATGA	1740
TCTTTAGAAG AGGATGCAGA ACTGTTCACT GGTATTACAT GAAATGCATT GTGAGATGTT	1800
TCTAAAATAC CTTCTTCAAT TCAAAATGAT CCCTGACTTT AAAAATAATC TCACCCATTA	1860
ATTCCAAAGA GAATCTTAAG AAACAATCAG CATGTTCTT CTGTAAATAT GAAAATAAT	1920
TTCTTTTTA TGCGT	1936

(2) ANGABEN ZU SEQ ID NO: 2:

- (i) SEQUENZKENNZEICHEN:
 - (A) LÄNGE: 2080 Basenpaare
 - (B) ART: Nucleotid
 - (C) STRANGFORM: Einzelstrang
 - (D) TOPOLOGIE: linear
- (ii) ART DES MOLEKÜLS: cDNA
- (iii) HYPOTHETISCH: NEIN
- (iv) ANTISENSE: JA
- (vi) URSPRÜNGLICHE HERKUNFT:
 - (F) GEWEBETYP: Herzgewebe

(xi) SEQUENZBESCHREIBUNG: SEQ ID NO: 2:

CAGCCTGCCA CTTGCCTCCC TGCCTGCTTC TGGCTGCCTT GAATGCCTGG TCCTTCAAGC	60
TCCTTCTGGG TCTGACAAAG CAGGGACCAT GTCTACCTTT GGCTACCGAA GAGGACTCAG	120
TAAATACGAA TCCATCGACG AGGATGAACt CCTCGCCTCC CTGTCAGCCG AGGAGCTGAA	180
GGAGCTAGAG AGAGAGTTGG AAGACATTGA ACCTGACCGC AACCTTCCCG TGGGGCTAAG	240
GCAAAAGAGC CTGACAGAGA AAACCCCCAC AGGGACATTC AGCAGAGAGG CACTGATGGC	300
CTATTGGGAA AAGGAGTCCC AAAAActCTT GGAGAAGGAG AGGCTGGGG AATGTGGAAA	360
GGTTGCAGAA GACAAAGAGG AAAGTGAAGA AGAGCTTATC TTTACTGAAA GTAACAGTGA	420
GGTTTCTGAG GAAGTGTATA CAGAGGAGGA GGAGGAGGAG TCCCAGGAGG AAGAGGAGGA	480
AGAAGACAGT GACGAAGAGG AAAGAACAAAT TGAAACTGCA AAAGGGATTA ATGGAACGT	540
AAATTATGAT AGTGTCAATT CTGACAACtC TAAGCCAAAG ATATTTAAAA GTCAAATAGA	600
GAACATAAAAT TTGACCAATG GCAGCAATGG GAGGAACACA GAGTCCCCAG CTGCCATTCA	660
CCCTTGTGGA AATCCTACAG TGATTGAGGA CGCTTTGGAC AAGATTTAAA GCAATGACCC	720
TGACACCACA GAAGTCAATT TGAACAAACAT TGAGAACATC ACAACACAGA CCCTTACCCG	780
CTTTGCTGAA GCCCTCAAGG ACAACACTGT GGTGAAGAGC TTCAGTCTGG CCAACACGCA	840
TGCCGACGAC AGTGCAGCCA TGGCCATTGC AGAGATGCTC AAAGCCAATG AGCACATCAC	900
CAACGTAAAC GTCGAGTCCA ACTTCATAAC GGGAAAGGGG ATCCTGGCCA TCATGAGAGC	960
TCTCCAGCAC AACACGGTGC TCACGGAGCT GCGTTCCAT AACCAAGAGGC ACATCATGGG	1020
CAGCCAGGTG GAAATGGAGA TTGTCAAGCT GCTGAAGGAG AACACGACGC TGCTGAGGCT	1080
GGGATACCAT TTTGAACCTC CAGGACCAAG AATGAGCATG ACGAGCATT TGACAAGAAA	1140
TATGGATAAA CAGAGGCAAA AACGTTGCA GGAGCAAAAA CAGCAGGAGG GATACGATGG	1200
AGGACCCAAAT CTTAGGACCA AAGTCTGGCA AAGAGGAACA CCTAGCTCTT CACCTTATGT	1260
ATCTCCCAAGG CACTCACCCCT GGTCACTCCCC AAAACTCCCC AAAAAAGTCC AGACTGTGAG	1320
GAGCCGTCT CTGTCTCCTG TGGCCACACT TCCTCCTCCT CCCCTCCTC CTCCTCCTCC	1380
CCCTCCTTCT TCCCAAAGGC TGCCACCAAC TCCTCCTCCT CCCCTCCTC CACTCCCAGA	1440

GAAAAAGCTC ATTACCAGAA ACATTGCAGA AGTCATCAAA CAACAGGAGA STGCCCAACG	1500
GGCATTACAA AATGGACAAA AAAAGAAAAA AGGGAAAAAG GTCAAGAAC AGCCAAACAG	1560
TATTCTAAAG GAAATAAAA ATTCTCTGAG GTCAGTGCAA GAGAAGAAAA TGGAAGACAG	1620
TTCCCGACCT TCTACCCCAC AGAGATCAGC TCATGAGAAT CTCATGGAAG CAATTCGGGG	1680
AAGCAGCATA AAACAGCTAA AGCGGGTGGAGTTCCAGAA GCCCTGCGAT GGGAACATGA	1740
TCTTTAGAAG AGGATGCAGA ACTGTTCACT GGTATTACAT GAAATGCATT GTGAGATGTT	1800
TCTAAAATAC CTTCTTCAAT TCAAAATGAT CCCTGACTTT AAAAATAATC TCACCCATTA	1860
ATTCCAAAGA GAATCTTAAG AAACAATCAG CATGTTCTT CTGTAAATAT GAAAATAAAT	1920
TTCTTTTTA TGCGTGAGA TTTGTATTGG CAAGAAGCAG TTAATTAAA GATGCTCTC	1980
CTATCTGTGG ATGTGTTGGT AACTCCGAGT TGTAATGAGT TCATGAAATG TGCTGTTATT	2040
TTTGTAAATCT CAATAAATGT GGATTGAAGT TTTTCCCTT	2080

(2) ANGABEN ZU SEQ ID NO: 3:

- (i) SEQUENZKENNZEICHEN:
 - (A) LÄNGE: 2268 Basenpaare
 - (B) ART: Nucleotid
 - (C) STRANGFORM: Einzelstrang
 - (D) TOPOLOGIE: linear
- (ii) ART DES MOLEKÜLS: cDNA
- (iii) HYPOTHETISCH: NEIN
- (iv) ANTISENSE: JA
- (vi) URSPRÜNGLICHE HERKUNFT:
 - (F) GEWEBETYP: Herzgewebe

(xi) SEQUENZBESCHREIBUNG: SEQ ID NO: 3:

CAGCCTGCCA CTTGCCTCCC TGCCTGCTTC TGGCTGCCTT GAATGCCTGG TCCTTCAAGC	60
TCCTTCTGGG TCTGACAAAG CAGGGACCAT GTCTACCTTT GGCTACCGAA GAGGACTCAG	120
TAAATACGAA TCCATCGACG AGGATGAACT CCTCGCCTCC CTGTCAGCCG AGGAGCTGAA	180
GGAGCTAGAG AGAGAGTTGG AAGACATTGA ACCTGACCGC AACCTTCCCG TGGGGCTAAG	240
GCAAAAGAGC CTGACAGAGA AAACCCCCAC AGGGACATTG AGCAGAGAGG CACTGATGGC	300
CTATTGGGAA AAGGAGTCCC AAAAACTCTT GGAGAAGGAG AGGCTGGGG AATGTGGAAA	360
GGTTGCAGAA GACAAAGAGG AAAGTGAAGA AGAGCTTATC TTTACTGAAA GTAACAGTGA	420
GGTTTCTGAG GAAGTGTATA CAGAGGAGGA GGAGGAGGAG TCCCAGGAGG AAGAGGAGGA	480
AGAAGACAGT GACGAAGAGG AAAGAACAAAT TGAAACTGCA AAAGGGATTA ATGGAACGT	540
AAATTATGAT AGTGTCAATT CTGACAACTC TAAGCCAAAG ATATTAAAA GTCAAATAGA	600
GAACATAAAT TTGACCAATG GCAGCAATGG GAGGAACACA GAGTCCCCAG CTGCCATTCA	660

CCCTTGTGGA AATCCTACAG TGATTGAGGA CGCTTGAC AAGATTAA	GCAATGACCC	720
TGACACCACA GAAGTCATT TGAACAACAT TGAGAACATC ACAACACAGA	CCCTTACCG	780
CTTTGCTGAA GCCCTCAAGG ACAACACTGT GGTGAAGAGC TTCAGTCTGG CCAACACGCA		840
TGCCGACGAC AGTGCAGCCA TGGCCATTGC AGAGATGCTC AAAGCCAATG AGCACATCAC		900
CAACGTAAAC GTCGAGTCCA ACTTCATAAC GGGAAAGGGG ATCCTGGCCA TCATGAGAGC		960
TCTCCAGCAC AACACGGTGC TCACGGAGCT GCGTTCCAT AACCAGAGGC ACATCATGGG		1020
CAGCCAGGTG GAAATGGAGA TTGTCAAGCT GCTGAAGGAG AACACGACGC TGCTGAGGCT		1080
GGGATACCAT TTTGAACTCC CAGGACCAAG AATGAGCATG ACGAGCATT TGACAAGAAA		1140
TATGGATAAA CAGAGGCAA AACGTTGCA GGAGCAAAAA CAGCAGGAGG GATACGATGG		1200
AGGACCCAAT CTTAGGACCA AAGTCTGGCA AAGAGGAACA CCTAGCTCTT CACCTTATGT		1260
ATCTCCCAGG CACTCACCCCT GGTCATCCCC AAAACTCCCC AAAAAAGTCC AGACTGTGAG		1320
GAGCCGTCT CTGTCCTCTG TGGCCACACT TCCTCCTCCT CCCCTCCTC CTCCTCCTCC		1380
CCCTCCTCT TCCCAAAGGC TGCCACCACC TCCTCCTCCT CCCCTCCTC CACTCCCAGA		1440
GAAAAAGCTC ATTACCAAGAA ACATTGCAGA AGTCATCAA CAACAGGAGA GTGCCAACG		1500
GGCATTACAA AATGGACAAA AAAAGAAAAA AGGGAAAAG GTCAAGAAC AGCCAAACAG		1560
TATTCTAAAG GAAATAAAAA ATTCTCTGAG GTCAAGTCAA GAGAAGAAAA TGGAAGACAG		1620
TTCCCGACCT TCTACCCCCAC AGAGATCAGC TCATGAGAAT CTCATGGAAG CAATTGGGG		1680
AAGCAGCATA AAACAGCTAA AGCGGGTGGAGTTCCAGAA GCCCTGCGAT GGGAACATGA		1740
TCTTTAGAAG AGGATGCAGA ACTGTTCACT GGTATTACAT GAAATGCATT GTGAGATGTT		1800
TCTAAAATAC CTTCTTCAAT TCAAAATGAT CCCTGACTTT AAAAATAATC TCACCCATTA		1860
ATTCCAAAGA GAATCTTAAG AAACAATCAG CATGTTCTT CTGTAAATAT GAAAATAAT		1920
TTCTTTTTA TGTGTGAGA TTTGTATTGG CAAGAAGCAG TTAATTAAA GATGCTCTTC		1980
CTATCTGTGG ATGTGTTGGT AACTCCGAGT TGTAATGAGT TCATGAAATG TGCTGTTATT		2040
TTTGTAAATCT CAATAAAATGT GGATTGAAGT TTTTCCCTT TTTTAAAGC CAAACTAATA		2100
TTTTCTGTG ACTTGATACA TCTGTCAGAT TTTGTAATC TCGATAATG TGTATTGAAG		2160
TTTTTCCCT TTTTTAAAAA AGCCAAACTA ATATTTTCT GTGAGTTAAT ACATCTGTCA		2220
GGTGTGTATG TAACATTACT GGACATTAAG AAAAATTATT ACATTCTC		2268

(2) ANGABEN ZU SEQ ID NO: 4:

- (i) SEQUENZKENNZEICHEN:
(A) LÄNGE: 552 Aminosäuren
(B) ART: Aminosäure
(C) STRANGFORM: Einzelstrang
(D) TOPOLOGIE: linear

(ii) ART DES MOLEKÜLS: Protein

(iii) HYPOTHETISCH: NEIN

(iv) ANTISENSE: JA

(vi) URSPRÜNGLICHE HERKUNFT:
(F) GEWEBETYP: Herzgewebe

(xi) SEQUENZBESCHREIBUNG: SEQ ID NO: 4:

Met Ser Thr Phe Gly Tyr Arg Arg Gly Leu Ser Lys Tyr Glu Ser Ile
1 5 10 15

Asp Glu Asp Glu Leu Leu Ala Ser Leu Ser Ala Glu Glu Leu Lys Glu
20 25 30

Leu Glu Arg Glu Leu Glu Asp Ile Glu Pro Asp Arg Asn Leu Pro Val
35 40 45

Gly Leu Arg Gln Lys Ser Leu Thr Glu Lys Thr Pro Thr Gly Thr Phe
50 55 60

Ser Arg Glu Ala Leu Met Ala Tyr Trp Glu Lys Glu Ser Gln Lys Leu
65 70 75 80

Leu Glu Lys Glu Arg Leu Gly Glu Cys Gly Lys Val Ala Glu Asp Lys
85 90 95

Glu Glu Ser Glu Glu Leu Ile Phe Thr Glu Ser Asn Ser Glu Val
100 105 110

Ser Glu Glu Val Tyr Thr Glu Glu Glu Glu Ser Gln Glu Glu
115 120 125

Glu Glu Glu Asp Ser Asp Glu Glu Glu Arg Thr Ile Glu Thr Ala
130 135 140

Lys Gly Ile Asn Gly Thr Val Asn Tyr Asp Ser Val Asn Ser Asp Asn
145 150 155 160

Ser Lys Pro Lys Ile Phe Lys Ser Gln Ile Glu Asn Ile Asn Leu Thr
165 170 175

Asn Gly Ser Asn Gly Arg Asn Thr Glu Ser Pro Ala Ala Ile His Pro
180 185 190

Cys Gly Asn Pro Thr Val Ile Glu Asp Ala Leu Asp Lys Ile Lys Ser
195 200 205

Asn Asp Pro Asp Thr Thr Glu Val Asn Leu Asn Asn Ile Glu Asn Ile
210 215 220

Thr Thr Gln Thr Leu Thr Arg Phe Ala Glu Ala Leu Lys Asp Asn Thr
225 230 235 240

Val Val Lys Thr Phe Ser Leu Ala Asn Thr His Ala Asp Asp Ser Ala
245 250 255

Ala Met Ala Ile Ala Glu Met Leu Lys Ala Asn Gln His Ile Thr Asn
260 265 270

Val Asn Val Glu Ser Asn Phe Ile Thr Gly Lys Gly Ile Leu Ala Ile
275 280 285

Met Arg Ala Leu Gln His Asn Thr Val Leu Thr Glu Leu Arg Phe His
290 295 300

Asn Gln Arg His Ile Met Gly Ser Gln Val Glu Met Glu Ile Val Lys
305 310 315 320

Leu Leu Lys Glu Asn Thr Thr Leu Leu Arg Leu Gly Tyr His Phe Glu
325 330 335

Leu Pro Gly Pro Arg Met Ser Met Thr Ser Ile Leu Thr Arg Asn Met
340 345 350

Asp Lys Gln Arg Gln Lys Arg Leu Gln Glu Gln Lys Gln Gln Glu Gly
355 360 365

Tyr Asp Gly Gly Pro Asn Leu Arg Thr Lys Val Trp Gln Arg Gly Thr
370 375 380

Pro Ser Ser Ser Pro Tyr Val Ser Pro Arg His Ser Pro Trp Ser Ser
385 390 395 400

Pro Lys Leu Pro Lys Lys Val Gln Thr Val Arg Ser Arg Pro Leu Ser
405 410 415

Pro Val Ala Thr Leu Pro
420 425 430

Pro Ser Ser Gln Arg Leu Pro Pro Pro Pro Pro Pro Pro Pro Pro
435 440 445

Leu Pro Glu Lys Lys Leu Ile Thr Arg Asn Ile Ala Glu Val Ile Lys
450 455 460

Gln Gln Glu Ser Ala Gln Arg Ala Leu Gln Asn Gly Gln Lys Lys Lys
465 470 475 480

Lys Gly Lys Lys Val Lys Lys Gln Pro Asn Ser Ile Leu Lys Glu Ile
485 490 495

Lys Asn Ser Leu Arg Ser Val Gln Glu Lys Lys Met Glu Asp Ser Ser
500 505 510

Arg Pro Ser Thr Pro Gln Arg Ser Ala His Glu Asn Leu Met Glu Ala
515 520 525

Ile Arg Gly Ser Ser Ile Lys Gln Leu Lys Arg Val Glu Val Pro Glu
530 535 540

Ala Leu Arg Trp Glu His Asp Leu
545 550

(2) ANGABEN ZU SEQ ID NO: 5:

- (i) SEQUENZKENNZEICHEN:
 - (A) LÄNGE: 10 Basenpaare
 - (B) ART: Nucleotid
 - (C) STRANGFORM: Einzelstrang
 - (D) TOPOLOGIE: linear
- (ii) ART DES MOLEKÜLS: cDNA
- (iii) HYPOTHETISCH: NEIN
- (iv) ANTISENSE: JA
- (vi) URSPRÜNLICHE HERKUNFT:
 - (F) GEWEBETYP: Herzgewebe

(xi) SEQUENZBESCHREIBUNG: SEQ ID NO: 5:

CCTTCTACCC

10

